Manualul electricianului

1 august 2008

Alewijnse Retec Romania

WE ARE THE SOLUTIONS PERFORMERS

RETEC S.A

Cuprins :

Capitolul 1 – Componente …………………………………………………………. 3
1.1. Elemente de electrotehnică …………………………………………….. 3
1.2. Siguranțe ……………………………………………………................... 3
1.3. Conductoare şi bare de forță ………………………………………….… 7
1.4. Reglete …………………………………………………………………… 11
1.5. Sisteme de iluminat …………………………………………………….. 12
1.6. Aparate de măsură analogice şi digitale …………………………….…. 12
1.7. Bobime şi transformatoare …………………………….......................... 14
1.8. Butoane şi comutatoare cu came ………………………………………. 17
1.9. Întreruptoare (Disjunctoare) .……………………………………………... 19
1.10. Relee şi contactoare ………………………………………………….….. 52
1.11. Protecții ………………………………………………………………….… 58
1.12. Motoare electrice ………………………………………………………… 59
1.13. Tablouri de distribuție …………………………………………………… 64

Capitolul 2 – Breviar tehnic …………………………………………………….
2.1. Măsuri de protecție împotriva şocului electric …………………............ 81
2.2. Tipuri de conexiuni pentru motoare de curent alternativ trifazate …… 83
Conexiunile Stea (Y) şi Triunghi (Δ) ……………………………………. 84
Conectarea bobinelor la placa de borne ……………………………….. 85
Conexiunea Dahlander – 2 viteze (Δ/YY) ……………………………… 87
Conexiunea Dahlander – 2 viteze (Y/YY) ……………………………… 90
2 viteze – 2 înfăşurări separate (Y/Y) …………………………………... 93
2 viteze – 2 înfăşurări separate (Δ/Δ) …………………………………... 94
3 viteze – 2 înfăsurări Dahlander + 1 sep – schema X (Y/Δ/YY) ……. 95
3 viteze – 2 înfăsurări Dahlander + 1 sep – schema Y (Δ/Y/YY) ……. 96
3 viteze – 2 înfăsurări Dahlander + 1 sep – schema Z (Δ/YY/Y) ……. 97
3 viteze – 2 înfăsurări Dahlander + 1 sep – schema X (Y/Y/YY) ……. 98
3 viteze – 2 înfăsurări Dahlander + 1 sep – schema Y (Y/Y/YY) ……. 99
3 viteze – 2 înfăsurări Dahlander + 1 sep – schema Z (Y/YY/Y) ……. 100
Tabele sintetice pentru motoarele cu 2 şi cu 3 viteze ………………… 101

Capitolul 3 – Acționări electrice. Scheme explicate …………………………… 105
3.1. Schema de pornire a unui motor cu o viteză şi un sens ……………… 106
3.2. Schema de pornire a unui motor cu o viteză şi două sensuri ……….. 108
3.3. Schema de pornire a unui motor cu două viteze şi un sens …............ 110
3.4. Schema de pornire a unui motor cu două viteze şi două sensuri …… 116
3.5. Schemă de pornire Stea – Triunghi …………………………………….. 133
3.6. Schemă de pornire Stea – Triunghi cu două sensuri …………………. 139

Senzori şi traductoare

Capitolul 1

Componente

Capitolul 1
<u>Componente</u>

Capitolul 1.1.
<u>Elemente de electrotehnică</u>

Capitolul 1.2.
<u>Siguranțe</u>

Definiție, Rol, Imagini

Siguranța electrică este un dispozitiv care întrerupe automat un circuit electric, în cazul depăşirii valorii nominale a acestuia.

Fuzibilul este un element al unei siguranțe electrice în formă de fir sau de lamelă, care se topeşte atunci când este parcurs de un curent mai mare decât cel admis.

Părțile componente unui element de siguranță **:**
- Corpul siguranței
- Adaptor

- Capac
- Protecție pentru corpul siguranței

Parametrii unei siguranțe **:**

- Curentul de declanşare (A)
- Tensiunea de lucru (V)
- Puterea de rupere (kA)

Figura 1.x – Corpuri de siguranțe

Figura 1.x – Adaptoare pentru siguranțe

Figura 1.x – Capac şi protecții pentru siguranțe

Figura 1.x – Siguranțe fuzibile

Figura 1.x – Siguranțe fuzibile tip MPR

Figura 1.x – Corpuri de siguranțe miniaturale

Figura 1.x – Siguranță miniatură

Capitolul 1.3.
Conductoare şi bare de forță (busbar)

Definiție, Rol, Imagini

Conductor electric = piesă cu conductanta mare, folosită pentru realizarea

CONDUCTANTĂ, conductanțe, s.f. Mărime egală cu raportul dintre intensitatea curentului electric continuu care străbate un conductor si tensiunea continuă aflată la capetele sale. Mărime care defineste capacitatea de conductibilitate electrică a unui corp sau a unui circuit

Conductivitatea electrică (numită şi **conductibilitatea electrică specifică**) este mărimea fizică prin care se caracterizează capacitatea unui material de a permite transportul sarcinilor electrice atunci cînd este plasat într-un cîmp electric. Simbolul folosit pentru această mărime este de obicei σ (litera grecească *sigma*), iar unitatea de măsură este siemens pe metru ($S \cdot m^{-1}$). Mărimea inversă conductivității este rezistivitatea electrică, cu simbolul ρ (litera grecească *ro*) şi unitatea de măsură ohm metru ($\Omega \cdot m$).

Următorii termeni sînt înrudiți cu conductivitatea electrică dar au semnificații diferite:

- **Conductibilitatea electrică** este proprietatea materialelor de a permite trecerea curentului electric.
- **Conductanța electrică** este mărimea care exprimă capacitatea a unui conductor sau circuit dat de a conduce curentul electric. Conductanța se

măsoară în siemens (S) şi este mărimea inversă rezistenței electrice măsurate în ohmi (Ω).

Conductivitatea electrică a unui material se defineşte ca raportul dintre densitatea curentului electric **J** produs prin plasarea materialului în cîmpul electric **E**:

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$$

În cîmpuri electrice alternative conductivitatea electrică se exprimă printr-un număr complex, numit *admitivitate electrică*. În acest caz partea reală a admitivității se numeşte *conductivitate* iar cea imaginară *susceptivitate*. Similar, conductanței îi corespunde în cîmp alternativ mărimea numită *admitanță*, care este inversa impedanței electrice.

Clasificarea materialelor

Corpul sau materialul care conduce curentul electric se numeşte *conductor electric*; metalele sînt buni conductori electrici, iar dintre acestea conductivitatea cea mai mare o are argintul ($63{,}0 \cdot 10^6$ $S \cdot m^{-1}$), urmat la mică distanță de cupru ($59{,}6 \cdot 10^6$ $S \cdot m^{-1}$). De asemenea plasma (gaz ionizat) este în general un bun sau foarte bun conductor electric --- în multe cazuri conductivitatea plasmei se poate considera infinită. Tot în clasa conductorilor intră şi unele lichide care conțin mulți ioni, de exemplu apa sărată conduce curentul electric cu atît mai bine cu cît concentrația de sare este mai mare.

Un corp sau material care nu permite în mod semnificativ trecerea sarcinilor electrice se numeşte izolator (de exemplu sticla, vidul, apa deionizată etc.).

O valoare a conductivității electrice între cea a conductorilor şi cea a izolatorilor o au semiconductorii. Adesea conductivitatea semiconductorilor poate fi ajustată în limite largi, atît permanent prin procesul de fabricație, de obicei prin dopare, cît şi dinamic prin aplicarea unor cîmpuri electrice exterioare, prin variația temperaturii, prin iluminare, prin expunere la radiație ionizantă etc.

Materialele electroizolante prezintă o rezistivitate electrică ρ cu valori cuprinse între 10^8 şi 10^{18} [Ω cm]. Oricare dintre proprietățile electrice şi neelectrice ale materialelor electroizolante poate servi drept criteriu de clasificare a acestor. S-au impus totuşi criteriile cu caracter general cum sunt: natura chimică, starea de agregare, stabilitatea termica, forma şi caracteristica esențială a materialelor componente la care se mai adaugă eventual, starea finală şi transformările necesare pentru obținerea produsului finit. Astfel, după natura lor chimică, materialele electroizolante se pot clasifica în materiale organice, anorganice şi siliconice. Materialele de natură organică prezintă proprietăți electroizolante foarte bune, având însă o rezistență redusă la solicitările termice şi mecanice. Materialele de natură anorganică (marmura, azbestul etc.) au o comportare inversă materialelor organice. Materialele de natură siliconică îmbină în mod favorabil cele mai bune proprietăți ale materialelor organice şi anorganice. Luând

în considerare starea de agregare a materialelor electroizolante vom distinge materiale: solide, lichide şi gazoase. Folosind drept criteriu de clasificare stabilitatea termică, materialele electroizolante se împart în clase de izolație şi au caracteristica comună temperatura maximă la care pot fi utilizate timp îndelungat. Pentru determinarea stabilității termice, pe lângă temperatură, se pot utiliza şi mărimi electrice (constante de material) ca de exemplu scăderea rigidității dielectrice cu creşterea temperaturii, mărimi fizice sau mărimi mecanice. O clasă de izolație cuprinde materialele care au o stabilitate termică comparabilă, la o temperatură de serviciu dată. Clasificarea materialelor în clase de izolație este în prezent nesatisfăcătoare deoarece se referă la grupe de materiale ce pot intra în constituția unui sistem de izolație, dar nu oferă posibilitatea alegerii unui material pentru condițiile impuse de un anumit scop sau loc de utilizare. Ca urmare este căutat un alt criteriu de clasificare a materialelor adoptat de CEI (Comisia Electronică Internațională). Această clasificare cuprinde în fiecare grupă materiale de aceeaşi formă şi stare finală, care necesită pentru utilizare acelaşi mod de prelucrare. Din punctul de vedere al proprietăților lor electrice, materialele semiconductoare se situează între materialele conductoare şi materialele electroizolante.

Materialele semiconductoare au o rezistivitate electrică ρ cuprinsă în intervalul $(10^{-3} \div 10^{10})[\Omega\ cm]$. Caracteristicile de bază ale materialelor semiconductoare sunt următoarele:
- rezistivitatea materialelor semiconductoare variază neliniar cu temperatura; rezistivitatea lor scade odată cu creşterea temperaturii;
-prin suprafața de contact între 2 semiconductori sau un semiconductor cu un metal, conducția electrică este unilaterală;
-natura purtătorilor de sarcină dintr-un semiconductor depinde de natura impurităților existente în semiconductor.
Materialele semiconductoare se pot clasifica, la rândul lor, după mai multe criterii. Astfel după gradul de puritate distingem:
- *Semiconductori intriseci*. Aceştia sunt perfect puri şi au o rețea cristalină perfect simetrică;
- *Semiconductori extrinseci*. Aceştia sunt impurificați şi natura conductibilității lor depinde de natura impurităților. După felul impurităților pe care le conțin, semiconductorii extrinseci pot fi: *donori*, dacă impuritatea are valența mai mare decât cea a semiconductorului; *acceptori*, dacă impuritatea are valența mai mică decât cea a semiconductorului.

Materialele conductoare au o rezistivitate care nu depăşeşte $10^{-5} \div 10^{-3}[\Omega\ cm]$. După natura conductibilității electrice materialele conductoare se pot clasifica în:

- *Materiale conductoare de ordinul I*. Aceste materiale prezintă o conductibilitate de natură electronică, rezistivitatea lor creşte odată cu creşterea temperaturii, iar sub acțiunea curentului electric ele nu suferă modificări de structură. Materialele conductoare de ordinul I sunt metale în stare solidă şi lichidă. Dacă luăm în

considerare valoarea conductivității lor, materialele conductoare de ordinul I se pot împărți în:
--materiale de mare conductivitate, cum sunt: Ag, Cu, Al, Fe, Zn, PB, Sn etc.
--materiale de mare rezistivitate, care sunt formate de obicei din aliaje şi se utilizează pentru rezistențe electrice, elemente de încălzire electrică, instrumente de măsură etc.
- *Materiale conductoare de ordinul II*. Aceste materiale prezintă o conductibilitatea de natură ionică, rezistivitatea lor scade odată cu creşterea temperaturii, iar sub acțiunea curentului electric ele suferă transformări chimice. Din categoria materialelor conductoare de ordinul II fac parte sărurile în stare solidă sau lichidă, soluțiile bazice sau acide, soluțiile de săruri (deci toți electroliții).

Dependența de temperatură

La majoritatea materialelor conductivitatea electrică depinde mult de temperatură. Astfel, în cazul celor mai multe metale, conductivitatea scade cu temperatura, iar în cazul semiconductorilor conductivitatea creşte cu temperatura. Pe intervale de temperatură mici în general această dependență se poate aproxima printr-o relație liniară.

La temperaturi foarte joase, apropiate de 0 K, unele materiale prezintă fenomenul cuantic de supraconducție, în care conductivitatea are valoare infinită (rezistivitatea este exact zero). În aceste materiale curentul electric poate curge la infinit. Fiecare material supraconductor are propria sa temperatură critică sub care prezintă aceste proprietăți; unele materiale precum cuprul şi argintul păstrează totuşi o conductivitate finită chiar şi la temperaturi foarte apropiate de zero absolut. Altele în schimb rămîn supraconductoare pînă la temperaturi relativ înalte, astfel încît pot fi utilizate şi la temperatura de fierbere a azotului lichid (77 K); primul material de acest gen studiat a fost oxidul de ytriu bariu şi cupru ($YBa_2Cu_3O_7$, prescurtat YBCO).

Punerea in evidenta a curentului electric prin unul dintre efectele sale:

- efect termic
- efect magnetic
- efect chimic
- efect biologic

permite si compararea intensitatilor acestor curenti, pornind de la intensitatea efectelor produse.

Datorita faptul ca anumite efecte depind si de sensul miscarii dirijate a purtatorilor de sarcina electrica, ***a fost stabilit, prin conventie, un sens al curentului electric***, acesta fiind cel al miscarii ordonate a unor purtatori de sarcina electrica pozitiva.

Sensul conventional al curentului electric coincide cu cel al intensitatii campului electric.

Atunci cand intensitatea curentului electric variaza în timp, curentul electric este numit variabil.

Aplicații :

- Transportul energiei electrice
- Iluminat
- Telefonie
- Transmisii de date
- Telecomunicații
-

Cablurile au diverse tipuri de izolații, în funcție de domeniul de aplicare, locul montării şi gradul de protecție cerut.

- Cablu cu întârziere la propagarea flăcării
- Cablu cu întârziere mărită la propagarea flăcării
-

Elemente suplimentare, despre dimensionare, … necesare inginerului proiectant, găsiți în capitolul xx – Proiectarea schemelor şi dimensionarea componentelor.

Capitolul 1.4.

Reglete (Conectoare)

Definiție, Rol, Imagini

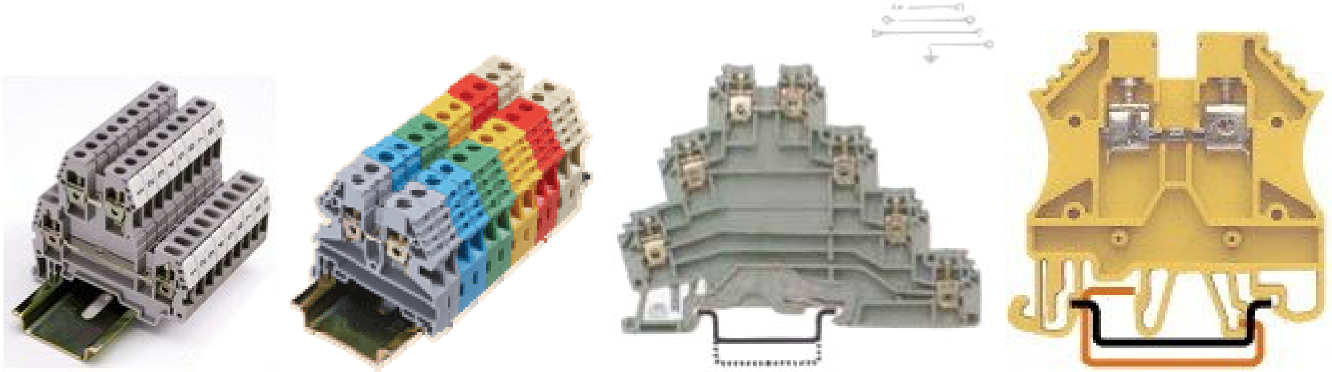


Figura 1.x – Reglete (Conectoare)

Capitolul 1.5.
Sisteme de iluminat

Definiție, Rol, Imagini

Capitolul 1.6.
Aparate de măsură analogice şi digitale

Definiție, Rol, Imagini

1.6.1
Voltmetrul

Voltmetrul este un aparat de măsura care măsoară tensiunea. Se montează în paralel cu sursa şi consumatorul. Se poate monta direct pentru tensiunile mici sau prin intermediul unui transformator coborâtor de tensiune, pentru măsurarea tensiunilor mari.

Figura 1.x – Voltmetre analogice

Figura 1.x – Voltmetre digitale

1.6.2 Ampermetrul

Ampermetrul este un aparat de măsura care măsoară intensitatea curentului. Se montează în serie cu sursa şi consumatorul. Se poate monta direct pentru curenții mici sau prin intermediul unui transformator coborâtor de curent, pentru măsurarea curenților mari.

Figura 1.x – Ampermetre analogice

Figura 1.x – Ampermetre digitale

Atenție !
Nu se va deschide niciodată circuitul secundar al unui transformator de curent dacă circuitul primar este sub tensiune. Înainte de orice intervenție în circuitul secundar, bornele secundare ale transformatorului trebuie să fie scurtcircuitate.

Capitolul 1.7. - Bobine şi Transformatoare

1.7.1 Bobine

1.7.2 Transformatoare

CLASIFICAREA TRANSFORMATOARELOR

După funcția pe care o au în cadrul sistemului electric, se disting următoarele categorii de transformatoare:

- Transformatoare de putere;
- Transformatoare auxiliare;
- Transformatoare de separare;
- Autotransformatoare.

CONEXIUNILE TRANSFORMATOARELOR

Conexiunea unui transformator reprezintă schema de conexiuni a înfăşurărilor sale şi precizarea unghiului de defazaj al fazorului tensiunii secundare de linie față de fazorul tensiunii primare corespunzătoare. Pentru transformatoarele trifazate de putere se folosesc trei conexiuni de bază: în stea, în triunghi şi în zig-zag.

Conexiunile în stea, triunghi şi în zig-zag se reprezintă convențional prin literele Y, D şi Z, pentru înfăşurările de înalta tensiune şi prin literele y, d şi z pentru înfăşurările de joasa tensiune. Când una din înfăşurări are nulul accesibil şi legat direct la pământ la simbolul respectiv se adaugă cifra 0, de exemplu Y_0 sau y_0. Alegerea grupei de conexiuni a transformatorului se face în funcție de condițiile de funcționare ale transformatorului. Astfel pentru transformatoarele din stațiile centralelor electrice înfăşurările pe partea centralei se adoptă în triunghi iar pe partea rețelei în stea. Pentru transformatoarele din stațiile de conexiuni se adopta conexiunea stea-stea.

TRANSFORMATORUL TRIFAZAT - ELEMENT DE REȚEA

Transformatorul este un element component al rețelei electrice. Prin intermediul transformatoarelor electrice se transformă o putere electrica alternativa cu anumiți parametrii într-o altă putere electrică alternativă de aceeaşi frecvență dar cu parametrii electrici modificați.
Elementele caracteristice sau datele de catalog ale unui transformator sunt:

- Puterea nominala aparenta, S_{nT};
- Tensiunile nominale primare şi secundare, U_1 , U_2;
- Raportul de transformare, K_{12};
- Impedanța de scurtcircuit, Z_{sc};
- Tensiunile relative de scurtcircuit, u_{sc};
- Curentul de mers in gol, I_0;
- Pierderile în scurtcircuit, Δp_{sc};
- Pierderile la mersul în gol, Δp_0;
- Numerele caracteristice.

Înfăşurarea care primeşte energia se numeşte înfăşurare primară iar înfăşurarea care cedează (alimentează) energia se numeşte înfăşurare secundară.

Transformatorul de curent

Transformatorul de curent este o soluție simplă de măsurare izolată galvanic. Acesta este construit de obicei pe un tor din material feromagnetic (Fig. 1.x). Transformatorul de curent funcționează ca orice transformator, curenții din înfăşurarile primar şi secundar fiind legați de relatia **:**

$$i_S N_S = i_P N_P \quad (4)$$

unde

i_P = curentul din primar;
i_S = curentul din secundar;
N_P = numarul de spire din primar;
N_S = numarul de spire din secundar.

Curentul din primar induce în secundar un curent care este transformat de rezistența de sarcină R_L într-o tensiune. În aplicațiile tipice ale transformatorului de curent secundarul, are mai multe spire decat primarul care de obicei are o singură spiră. Astfel curentul din secundar are valori substanțial mai mici şi mai uşor de măsurat decat cele din primar.

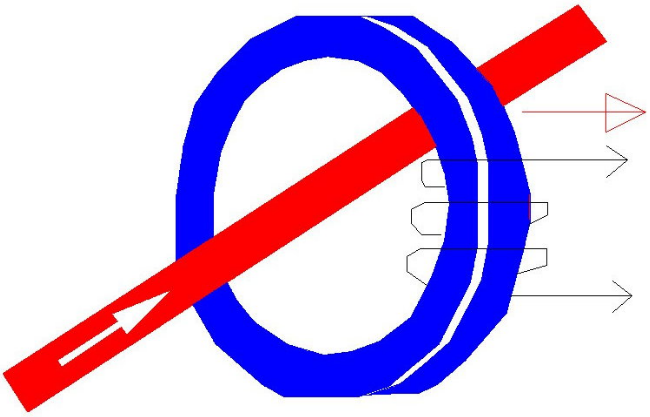


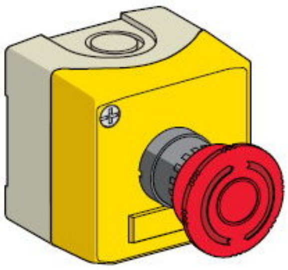
Figura 1.x – Transformator de curent

Capitolul 1.8.
Elemente de comandă cu contacte mobile
Butoane şi comutatoare cu came

Butoane, întrerupătoare, limitatoare de cursă, comutatoare cu came

Figura 1.x – Buton de pornire / buton de oprire de urgență

Aceste butoane au culoarea roşie.
De obicei au un contact normal închis (NO) şi un contact normal deschis (NC). În caz de avarie, se apasă pe buton.
Pentru revenirea în starea de funcționare există 3 tipuri de butoane şi anume : cu deblocare prin tragere, cu deblocare prin rotire sau cu deblocare cu cheie.



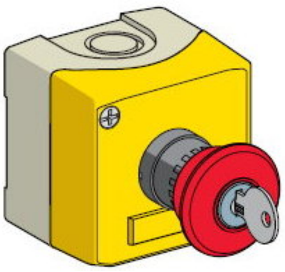


Figura 1.x – Buton tip “ciupercă”, pentru oprire de urgență

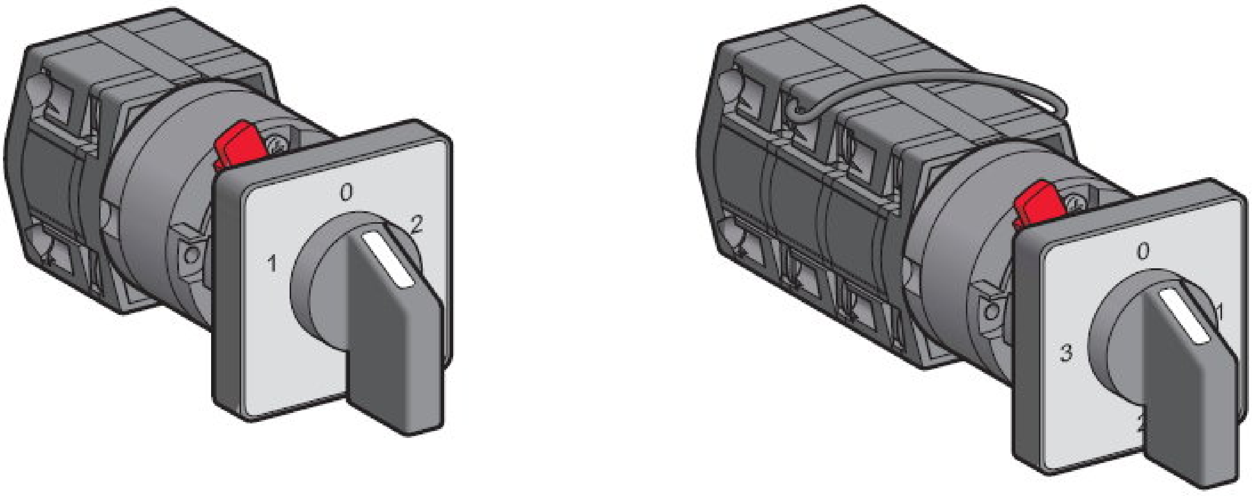


Figura 1.x – Comutatoare cu came

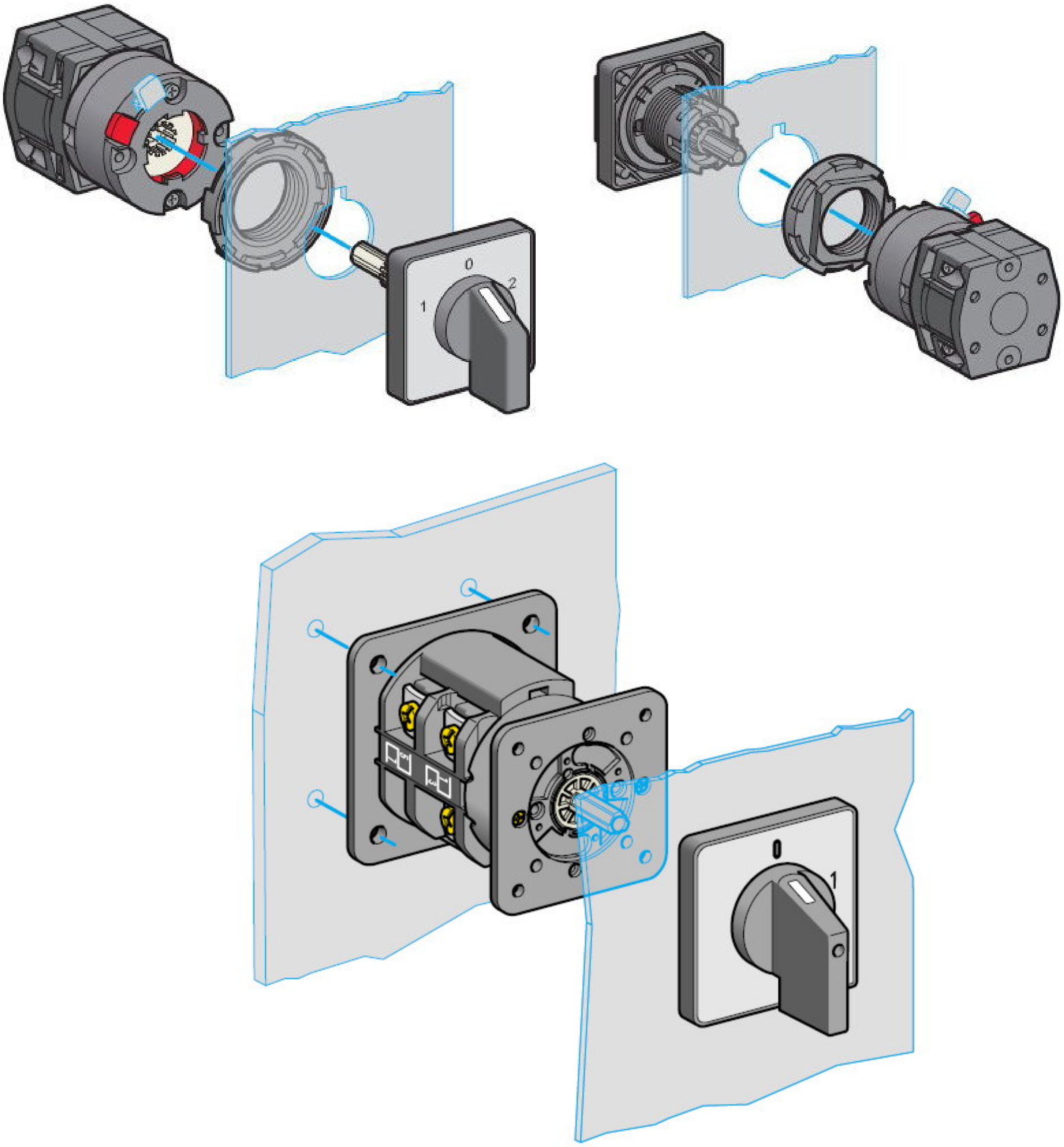


Figura 1.x – Comutatoare cu came (modalități de prindere)

Capitolul 1.9.
Întreruptoare (Disjunctoare)

Alegerea unui înteruptor depinde de tipul de protecție cerut de aplicație (protecția sistemelor de distribuție, protecția motoarelor, etc) şi de condițiile prescriese ale instalației.

Întreruptoarele pot funcționa la temperaturi cuprinse între – 25 °C şi +70 °C. Pentru temperaturi peste 40 °C (65 °C la întreruptoarele utilizate pentru protecția circuitelor de alimentare motoare), trebuie să se țină cont de declanşarea cu temperatura.

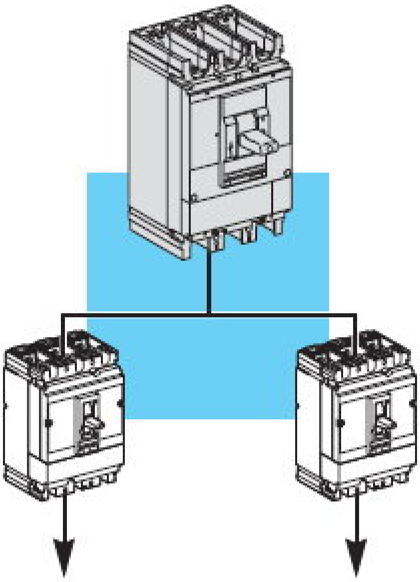
Secționare deplin aparentă

Orice întreruptor poate realiza secționarea unui circuit, conform regulilor de mai jos **:**

- poziția de secționare corespunde poziției OFF
- mânerul de acționare nu poate indica poziția OFF dacă contactele nu sunt efectiv deschise
- dispozitivele de încuiere nu pot fi montate dacă contactele nu sunt deschise

Montajul unei manete rotative sau a unei telecomenzi păstrează aptitudinea de secționare a întreruptorului.

Funcția de secționare a circuitului este certificată de teste care garantează **:**
- fiabilitatea mecanică a sistemului de indicare a poziției
- absența curenților de scurgere la pământ
- capacitatea de ținere la supratensiuni între conexiunile din amonte şi aval



Funcții şi caracteristici

Protecția rețelelor de distribuție reprezintă protecția **:**
- rețelelor de distribuție alimentate de un transformator
- reĺelelor alimentate de un grup generator
- cablurilor lungi din sistemele IT (cu neutru izolat) sau TN (cu neutru legat la pământ).

Pentru protecția sistemelor de distribuție în curent continuu se utilizează declanşatoare magneto – termice.

Clasificare după tipul comenzii :

- manuală
- electrică

Clasificare după tipul conexiunilor :

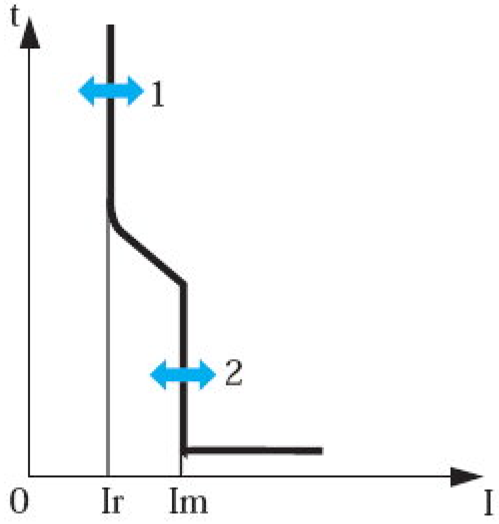
➢ fix		- legături în față sau în spate
➢ debroşabil	- debroşabil pe soclu	- legături în față sau în spate
	- debroşabil pe şasiu	- legături în față sau în spate

Figura 1.x – Întreruptor (Disjunctor) 250 A

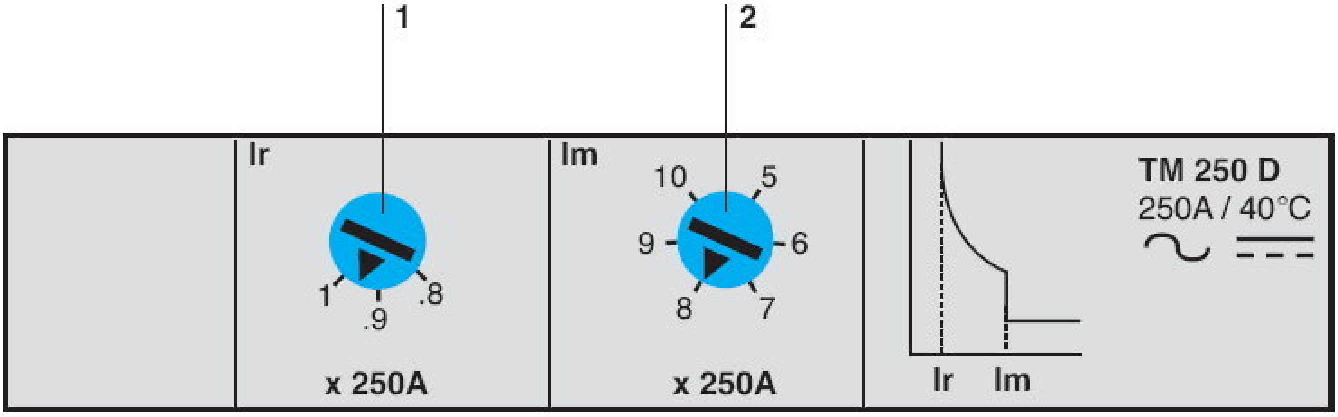
Figura 1.x – Întreruptor (Disjunctor) 800 A

Disjunctoare de alimentare generală

Declanşatoare magneto – termice



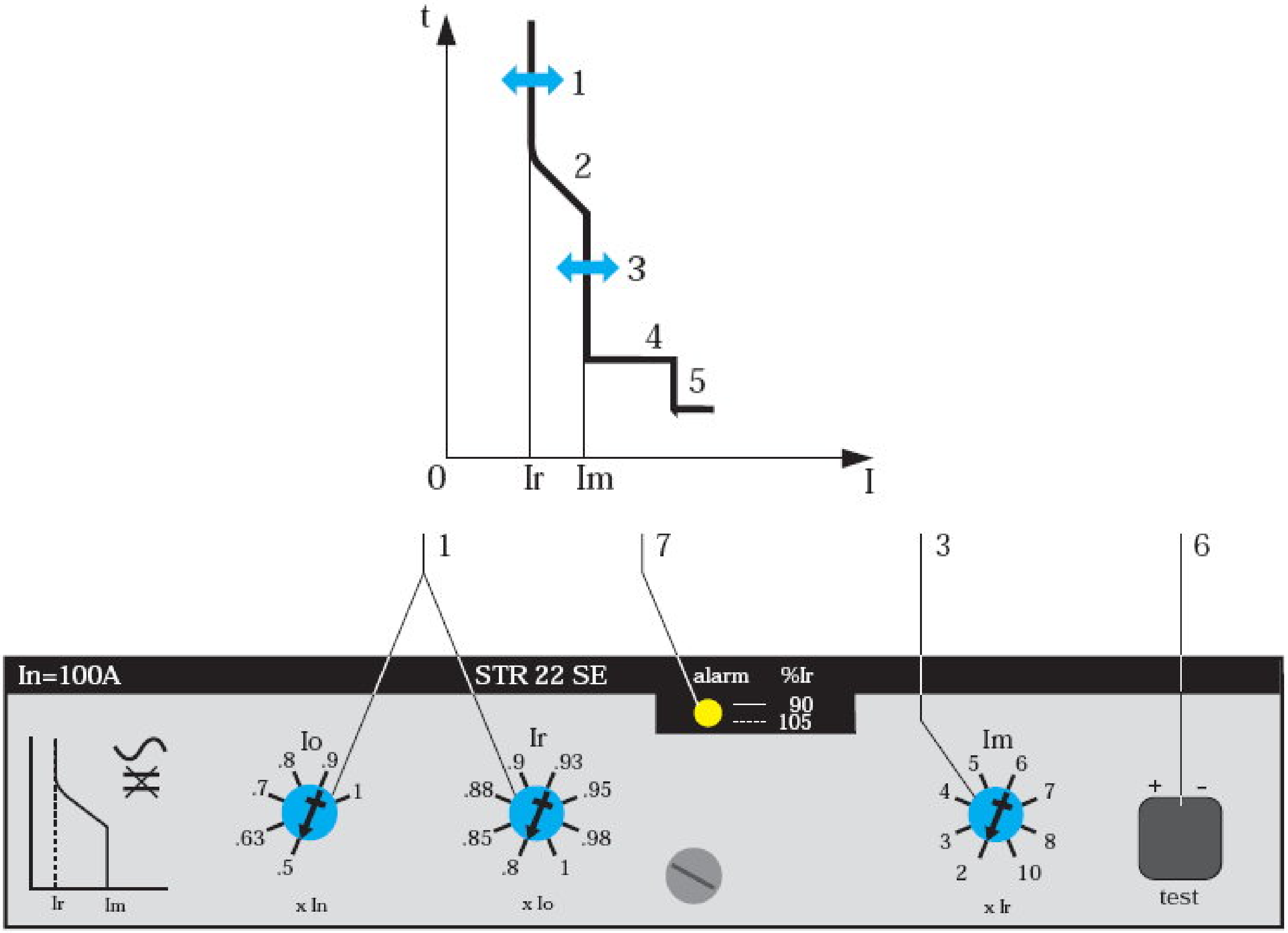
1 *prag de declanșare a protecției la suprasarcină*
2 *prag de declanșare a protecției la scurtcircuit*



Protecție la suprasarcină	(termică)	
Prag de declanşare (A)	Ir	Reglabil de la 0,8 la 1 x In
Protecție la scurtcircuit	(magnetică)	
Prag de declanşare (A)	Im	Fix sau reglabil de la 5 la 10 x In

In – curent nominal

Declanşatoare electronice



1. Prag de declanşare a protecției la suprasarcină (LTD)
2. Temporizarea la declanşarea protecției la suprasarcină (LTD)
3. Prag de declanşare a protecției la scurtcircuit (STD)
4. Temporizarea la declanşarea protecției la scurtcircuit (STD)
5. Prag de declanşare a protecției la scurtcircuit instantanee
6. Priză de test
7. Indicarea sarcinii

Indicarea sarcinii se realizează cu un led montat pe partea frontală care indică sarcina în procente :

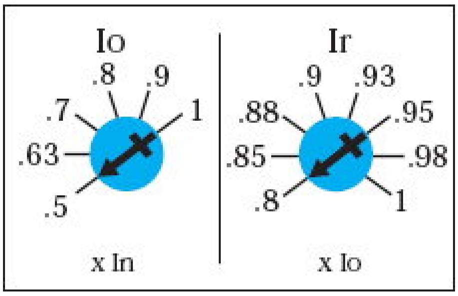
- aprins : sarcina este de 90% din valoarea Ir reglată
- pâlpâire : sarcina este de 105% din valoarea Ir reglată

De asemenea o trusă de test se poate conecta la priza de test de pe partea frontală pentru a verifica funcționarea întreruptorului după montarea declanşatorului sau a acesoriilor.

Protecție la suprasarcină (LTD)	(termică)	
Prag de declanşare (A)	Ir	Reglabil de la 0,4 la 1 x In
Protecție la scurtcircuit (STD)	(magnetică)	
Prag de declanşare (A)	Im	Fix sau reglabil de la 2 la 10 x In

<u>Exemplu de reglaj</u> :

Care este pragul de declanşare a protecției la suprasarcină a unui întreruptor (disjunctor) de 250 A echipat cu un declanşator de 160 A reglat la Io = 0,5 şi Ir = 0,8 ?



Răspuns **:** In x Io x Ir = 160 x 0,5 x 0,8 = 64 A

Care este pragul de protecție la suprasarcină a unui întreruptor (disjunctor) de 400 A reglat la Io = 0,5 şi Ir = 0,8 ?

Răspuns **:** In x Io x Ir = 400 x 0,5 x 0,8 = 160 A

Acelaşi declanşator, cu aceleaşi reglaje, dar instalat pe un întreruptor (disjunctor) de 630 A va avea un prag de protecție la suprasarcină de 630 x 0,5 x 0,8 = 250 A.

Declanşatoarele nu au calibru propriu. Pragul de declanşare depinde de calibrul întreruptorului (disjunctorului) şi de reglajul protecției la suprasarcină LTD. De exemplu, pentru un declanşator reglat la valoarea maximă, pragul de declanşare este **:**

- 250 A, când este montat pe un întreruptor de 400 A, de calibru 250 A
- 630 A, când este montat pe un întreruptor de 630 A

Pentru rețelele de curent continuu, disjunctorul şi declanşatorul sunt livrate complet asamblate, deoarece nu sunt interschimbabile.

Criterii de alegere a întreruptoarelor pentru aplicații de curent continuu **:**

- curentul nominal, care determină alegerea calibrului
- tensiunea nominală, care determină numărul de poli în serie necesari pentru întreruperea circuitului
- curentul de scurtcircuit maxim în acel punct al instalației, care determină capacitatea de rupere
- tipul de rețea

Întreruptoarele (Disjunctoarele) asigură protecția la scurtcircuit şi secționarea circuitului. Pentru protecția completă a motorului şi a comenzii acestuia, protecția la suprasarcină poate fi asigurată fie de un întreruptor fie de un releu termic.

Figura 1.x – Separator de sarcină echipat cu un modul de protecție diferențială

Figura 1.x – Separator de sarcină echipat cu telecomandă

Inversoare de sursă

Inversoarele de sursă sunt folosite pentru transferul de pe sursa normală de alimentare pe sursa de rezervă.

Cele mai simple dispozitive, necesită intervenția personalului tehnic. Un sistem manual de comutare a surselor se poate face utilizând 2 sau 3 întreruptoare (disjunctoare) sau separatoare de sarcină. Este folosit un interblocaj mecanic pentru a împiedica punerea în paralel a surselor, chiar şi pentru scurt timp.

Există dispozitive mai avansate, care nu necesită intervenția umană dar folosesc comanda electrică pentru comutarea de pe sursa normală de tensiune pe cea auxiliară. Un inversor de sursă comandat de la distanță este alcătuit din 2 sau 3 întreruptoare (disjunctoare) sau separatoare de sarcină, interblocate electric. Aparatele sunt interblocate şi mecanic pentru a împiedica conectarea în paralel a surselor, dacă se încearcă o acționare manuală incorectă sau dacă are loc o funcționare defectuoasă a sistemului electric.

Pentru funcționare pe automat, unui inversor de sursă acționat de la distanță i se poate adăuga un automat pentru comutarea surselor, în conformitate cu modurile de funcționare programate. Acesta asigură o folosire optimă a energiei electrice, realizând **:**

- comutarea pe sursa de rezervă, în funcție de cerințele externe
- gestionarea surselor de alimentare
- reglare
- înlocuirea de urgență a surselor

Automatul poate fi prevăzut cu o opțiune de comunicație cu un supervizor.

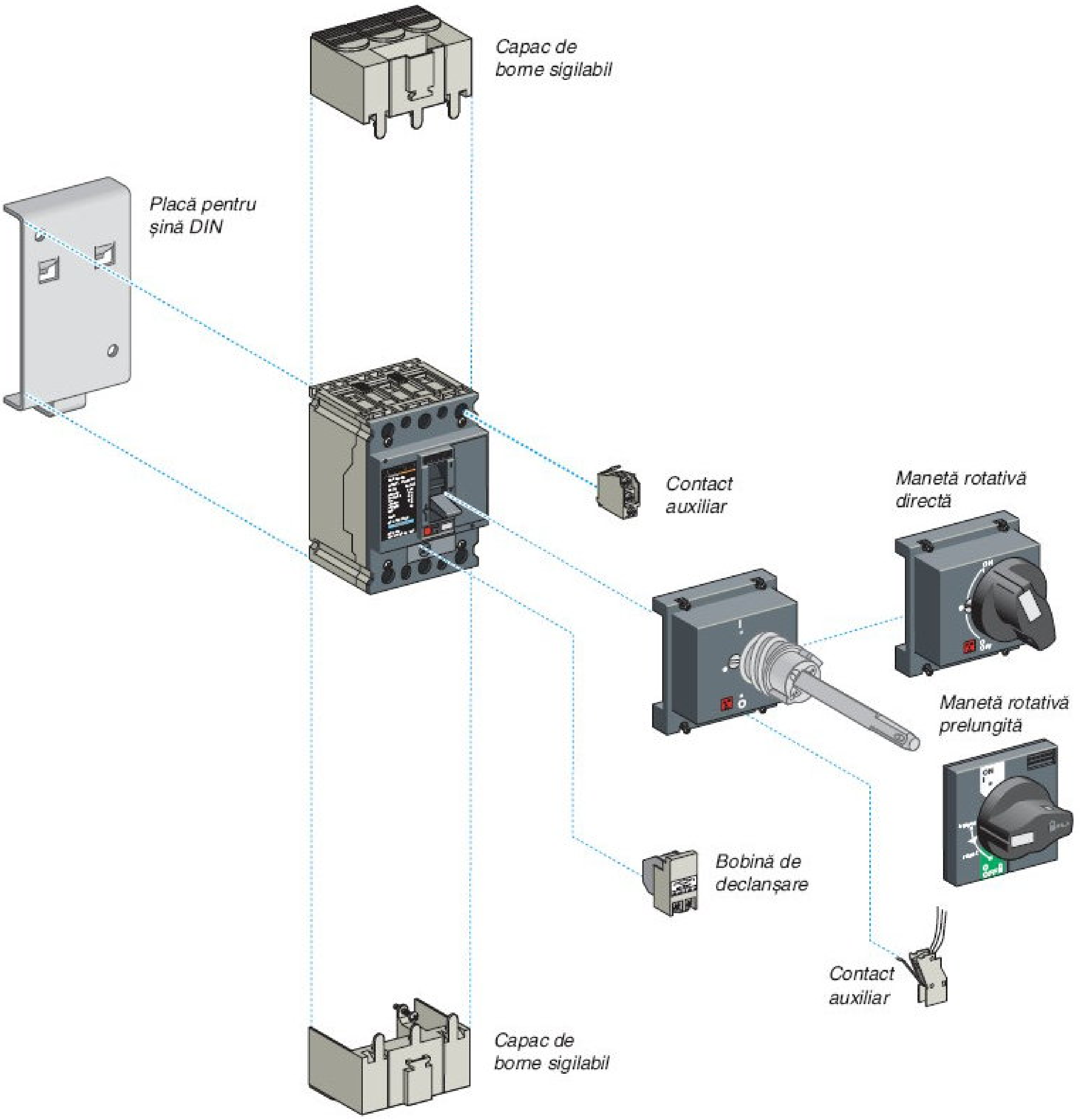


Figura 1.x – Accesorii electrice şi mecanice pentru întreruptor (disjunctor)

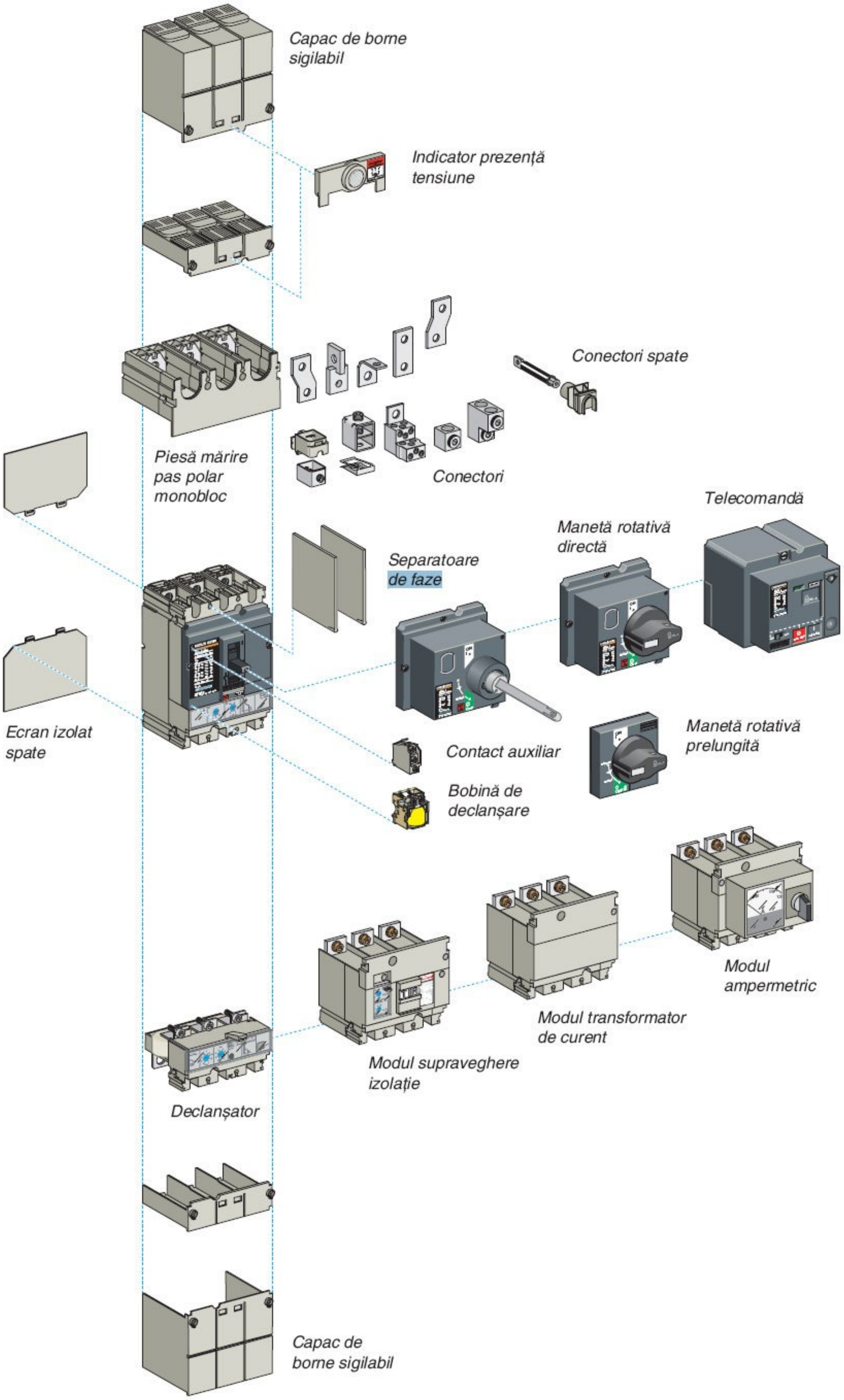


Figura 1.x – Accesorii electrice şi mecanice pentru întreruptor 100 – 630 (var. fixă)

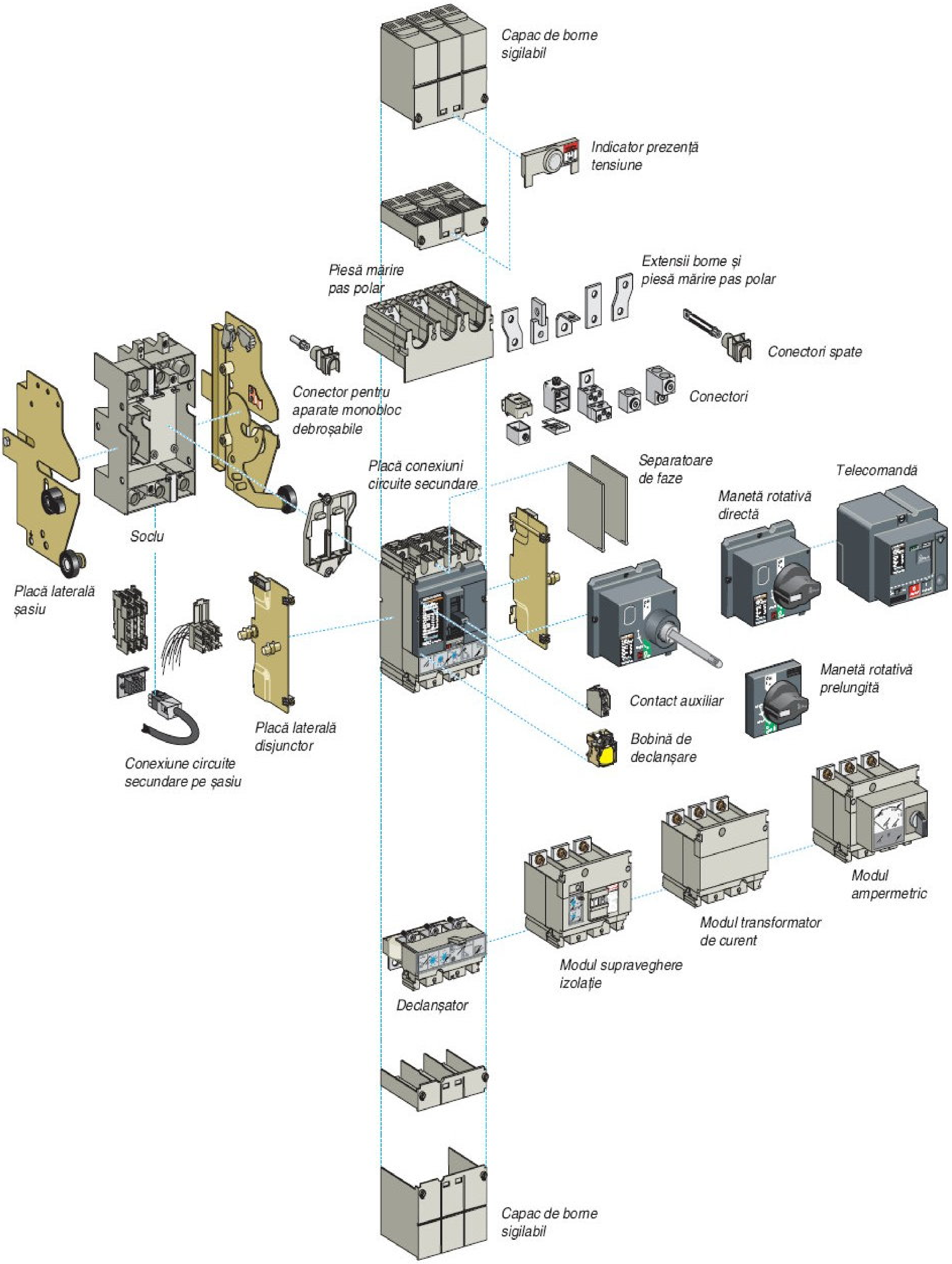


Figura 1.x – Accesorii electrice şi mecanice pentru întreruptor 100 – 630
(varianta debroşabilă pe soclu şi pe şasiu)

Montaj **:**

Întreruptoarele pot fi montate vertical, orizontal sau pe spate, fără declanşarea vreunei caracteristici.

Configurația debroşabilă permite **:**

- extragerea şi / sau înlocuirea rapidă a întreruptorului, fără a fi nevoie să se intervină asupra conexiunilor
- posibilitatea de a prevedea plecări de rezervă, care pot fi adăugate ulterior

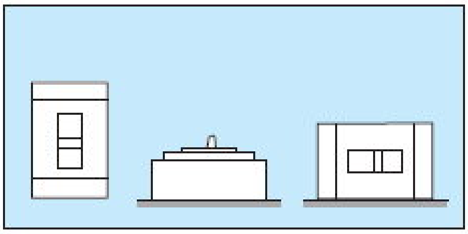
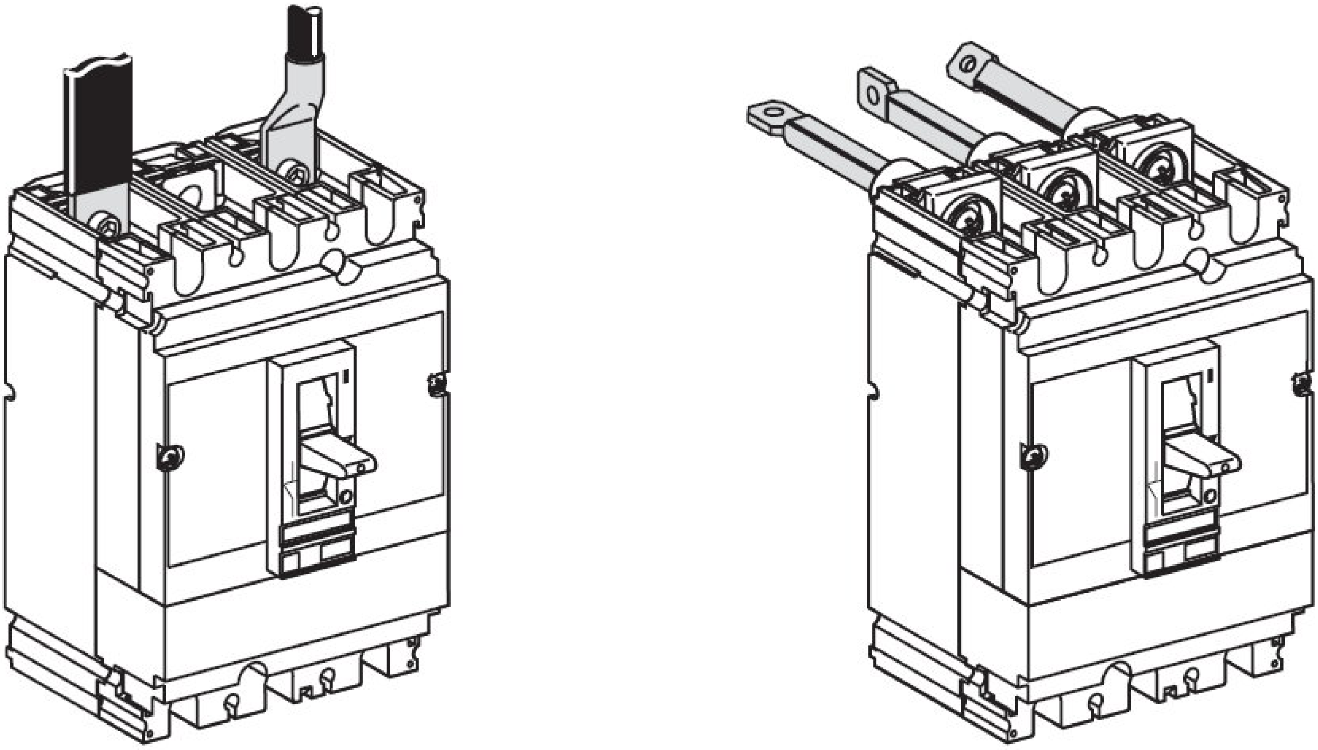
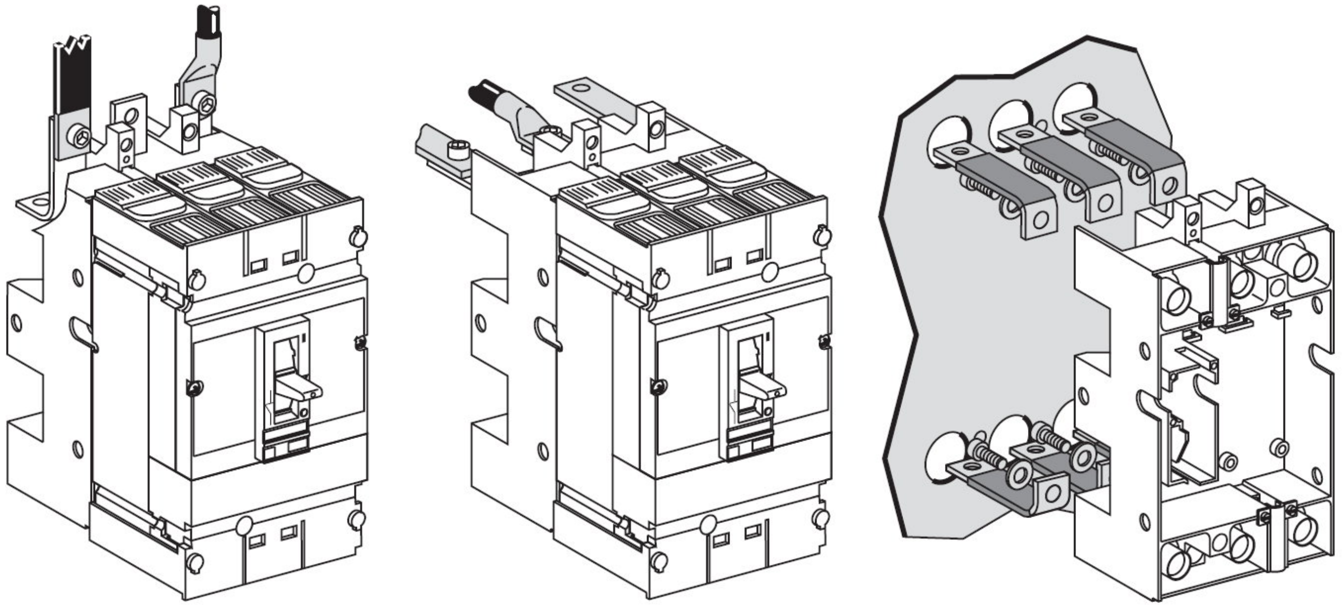


Figura 1.x – Poziții de montaj



Legături față Legături spate

Figura 1.x – Conexiuni aparate fixe



Legături față | Legături spate | Legături spate printr-un contrapanou

Figura 1.x – Conexiuni aparate debroşabile pe soclu sau şasiu

<u>Bobinele de declanşare</u> se utilizează la deschidere întreruptorului (disjunctorului).

Figura 1.x – Bobină de declanşare

<u>Bobina de declanşare la minimă tensiune</u> deschide disjunctorul când tensiunea de comandă scade sub un anumit prag de declanşare

- pragul de declanşare este între 0,35 şi 0,7 din tensiunea nominală
- închiderea disjunctorului este posibilă numai dacă tensiunea depăşeşte 0,85 din tensiunea nominală

Unei bobine de declanşare i se poate ataşa un temporizator pentru a elimina declanşările intempestive datorate căderilor de tensiune tranzitorii care durează mai puțin de 200 de milisecunde.

<u>Bobina de declanşare la punerea sub tensiune</u>, deschide disjunctorul când tensiunea de comandă creşte peste 0,7 x Un. Semnalul de comandă poate fi de tip impuls (≥ 20 ms)sau menținut.

După declanşarea de către bobină, întreruptorul (disjunctorul) trebuie să fie rearmat manual. Declanşarea prin bobină este prioritară față de închiderea manuală. În prezența unei comenzi de declanşare, închiderea contactelor, chiar temporară, nu este posibilă.

Indicatorul detectează şi indică faptul că terminalele disjunctorului sunt alimentate. Se poate monta în aval sau în amonte de disjunctor.

Figura 1.x – Întreruptor cu indicator de prezență a tensiunii

Modulul transformator de curent permite conectarea directă a unui dispozitiv de măsură (ampermetru sau centrală de măsură) Se montează direct pe bornele din aval ale disjunctorului.

Figura 1.x – Întreruptor cu modul transformator de curent

Modulul ampermetric, măsoară şi afişează prin intermediul unui ampermetru cu cadran, curentul fiecărei faze, prin selectarea fazelor cu un comutator cu 3 poziții de pe fața modulului.

Figura 1.x – Întreruptor cu modul ampermetric

Modulul detectează şi semnalizează o cădere a izolației pe o plecare în regim TN–S sau TT. Dacă este depistată o scădere a izolației, atunci aceasta este semnalizată printr-un indicator de culoare roşie montat pe partea frontală sau se poate monta un contact auxiliar pentru semnalizarea la distanță a scăderii izolației, dar fără declanşarea disjunctorului.

Figura 1.x – Întreruptor cu modul de supraveghere a izolației

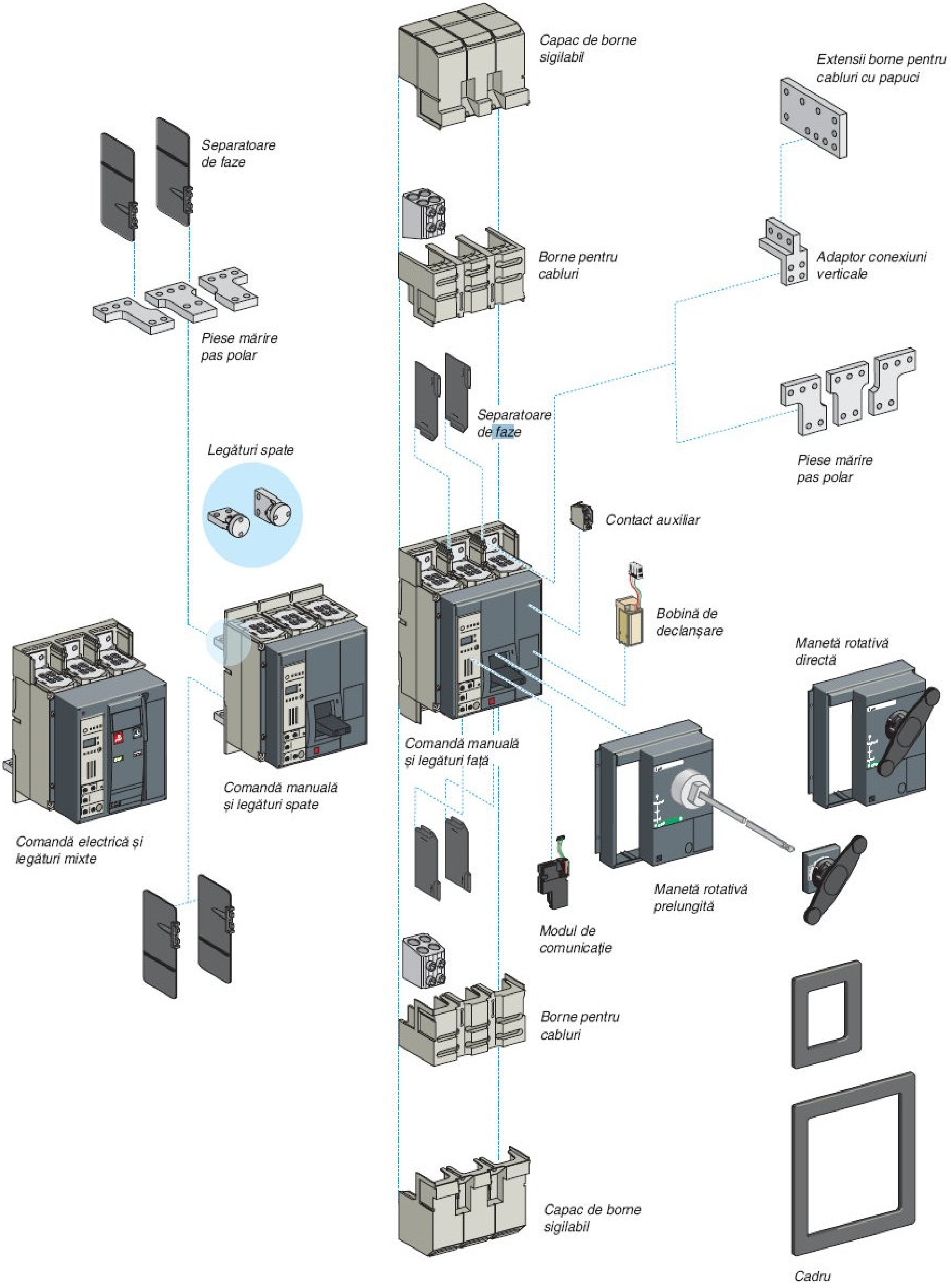


Figura 1.x – Accesorii electrice şi mecanice pentru întreruptor 630 – 1600 (varianta fixă)

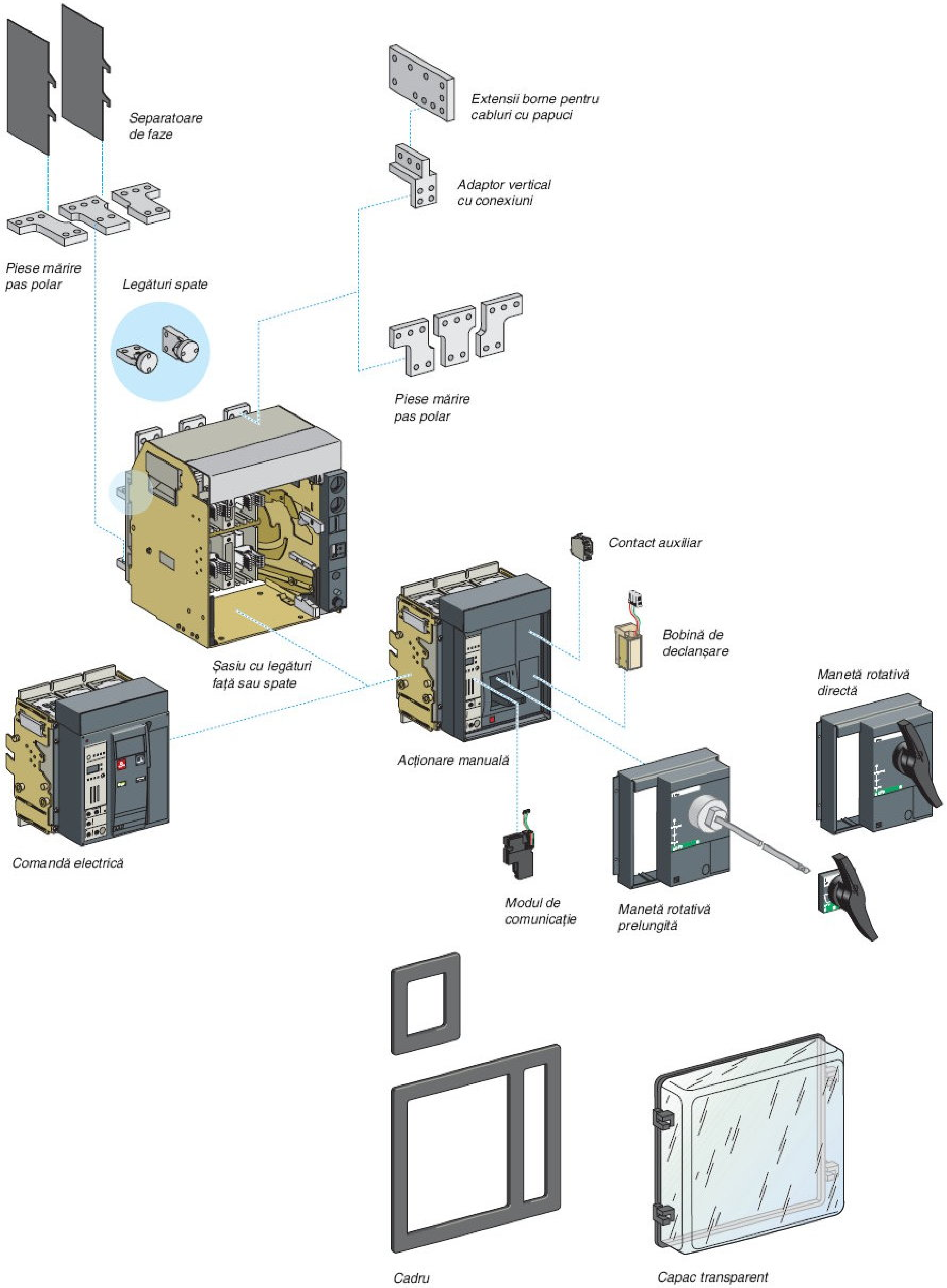


Figura 1.x – Accesorii electrice şi mecanice pentru întreruptor 630 – 1600 (varianta debroşabilă pe soclu şi pe şasiu)

Tipuri de legături

Întreruptoarele (Disjunctoarele) fixe şi debroşabile, pot fi conectate utilizând **:**

- legături spate orizontale sau verticale
- legături faţă
- legături mixte
- o combinaţie de legături fată şi spate

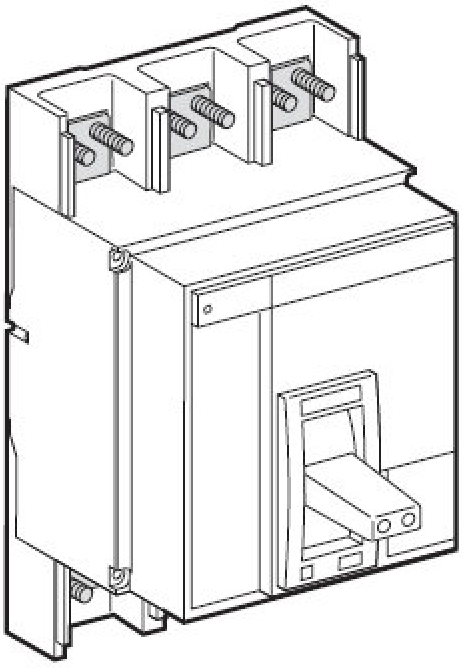


Figura 1.x – Legături faţă

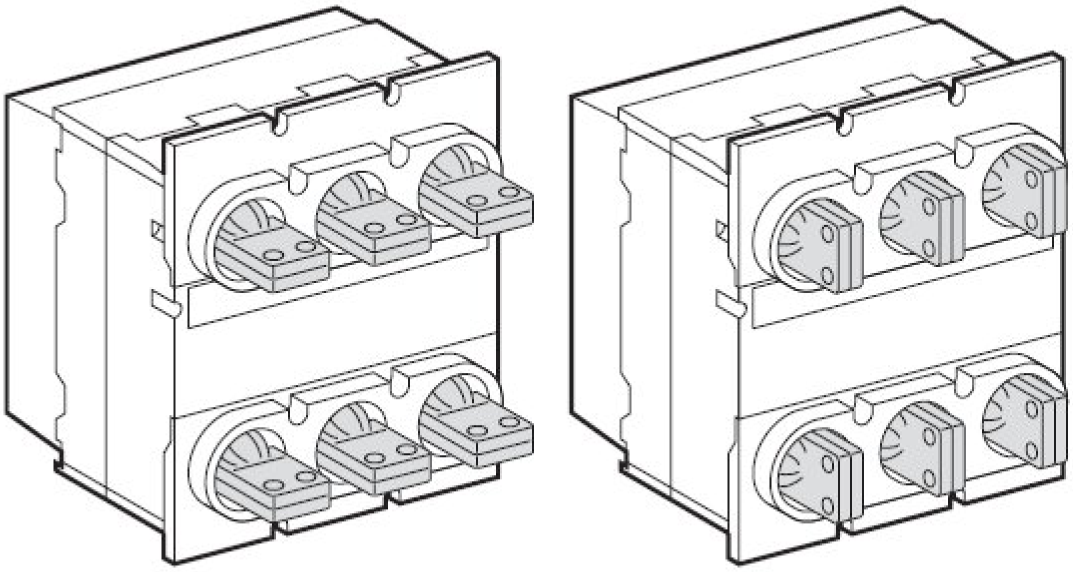


Figura 1.x – Legături spate orizontale şi verticale

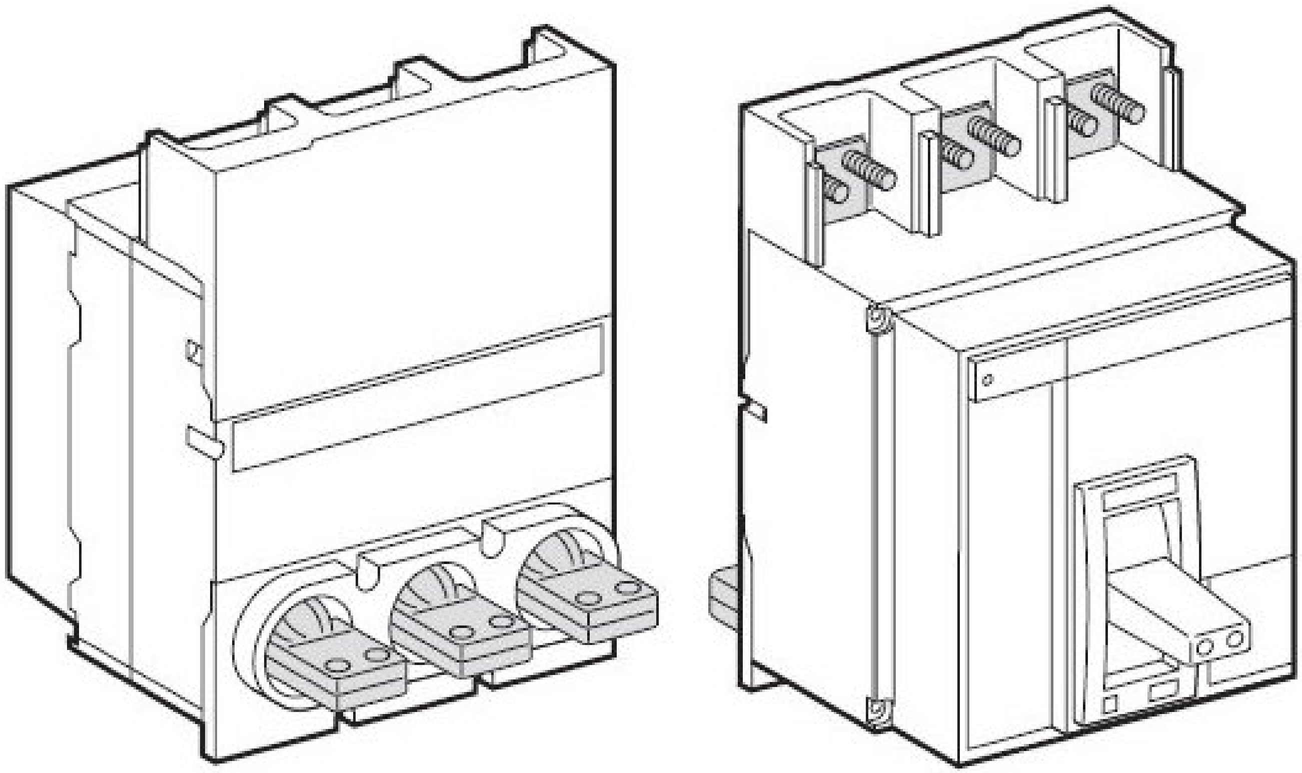


Figura 1.x – Combinație de legături fată şi spate

Legături față la aparate fixe

Întreruptoarele fixe cu legături față sunt echipate cu terminale care conțin şuruburi pentru conexiunea directă a barelor. De asemenea pentru a conecta barele la întreruptoare putem folosi adaptorii de conexiune verticali şi piesele pentru a mări pasul polar.

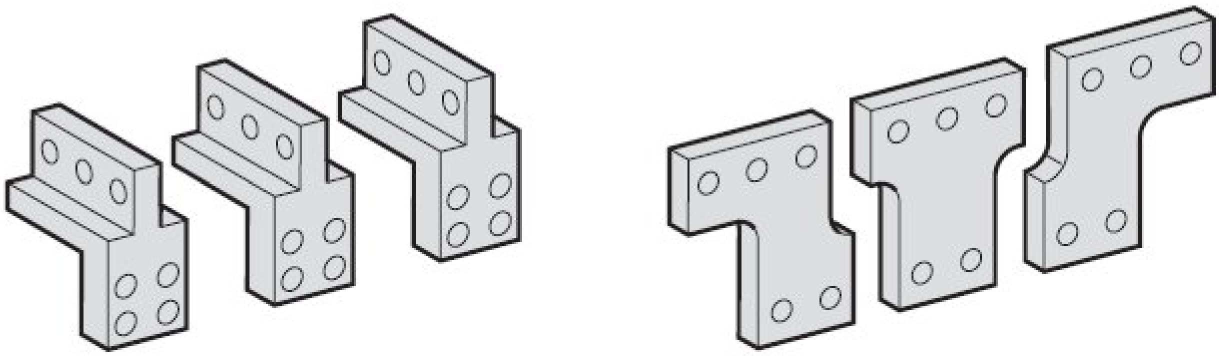


Figura 1.x – Adaptori de conexiuni verticali şi piese mărire pas polar

Dacă adaptorii de conexiuni verticali sunt orientați frontal, atunci este obligatorie montarea ecranelor camerelor de stingere.

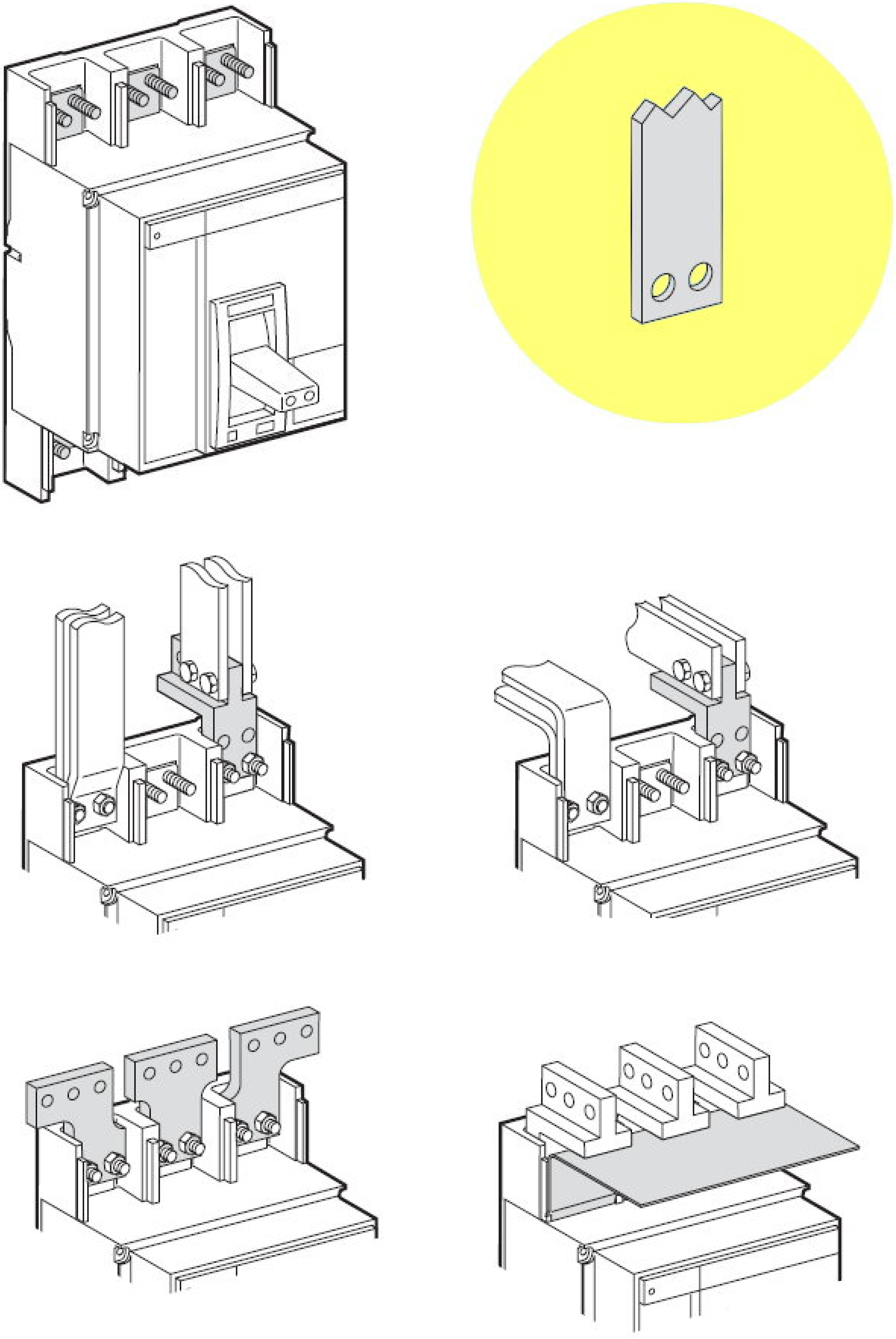


Figura 1.x – Conectarea prin bare, adaptori de conexiuni verticali
şi piese mărire pas polar, pentru aparate fixe

Cabluri dezizolate

Se pot utiliza seturi de conectori şi capace de borne pentru a conecta până la 4 cabluri de cupru sau aluminiu de 240 mm^2 pe fiecare fază.

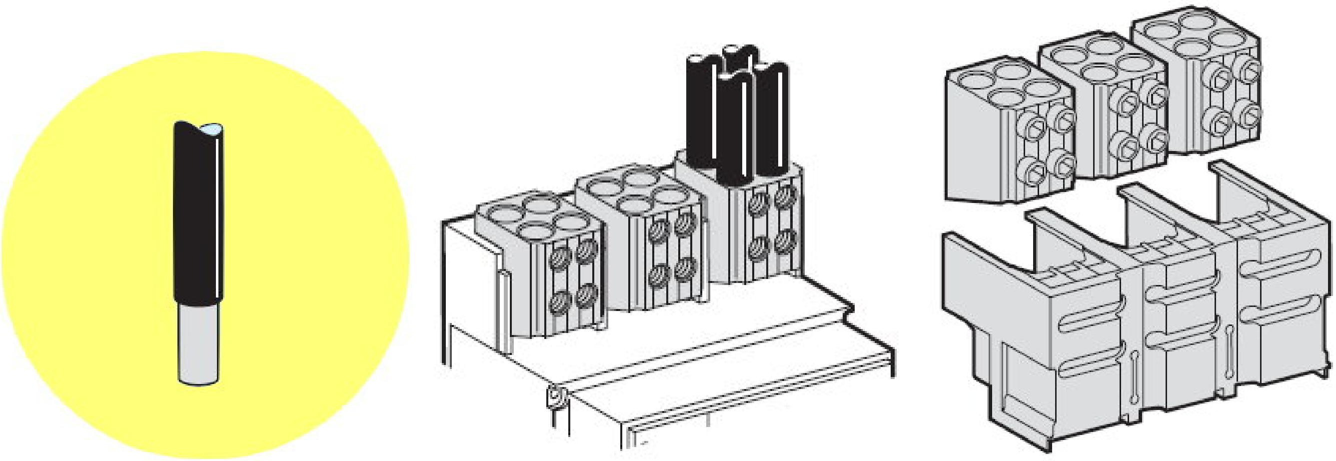


Figura 1.x – Conectori pentru 4 cabluri dezizolate

Cabluri cu papuci

Adaptorii de papuci de cablu sunt asociați cu adaptorii de conexiuni verticali. Pot fi conectate 1 până la 4 cabluri cu papuci sertizați (≤ 300 mm^2). Pentru a asigura stabilitatea, între extensiile de borne, trebuiesc instalate piese de distanțare.

Dacă adaptorii papucilor de cablu sunt montați peste partea superioară a camerelor de stingere, atunci este obligatoriu montajul ecranelor camerelor de stingere.

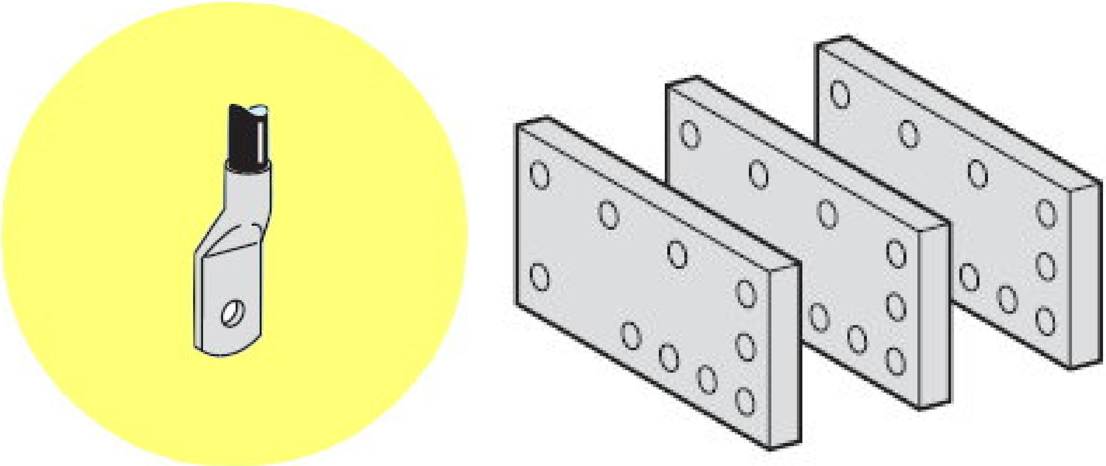


Figura 1.x – Papuc şi adaptori pentru papuci de cablu

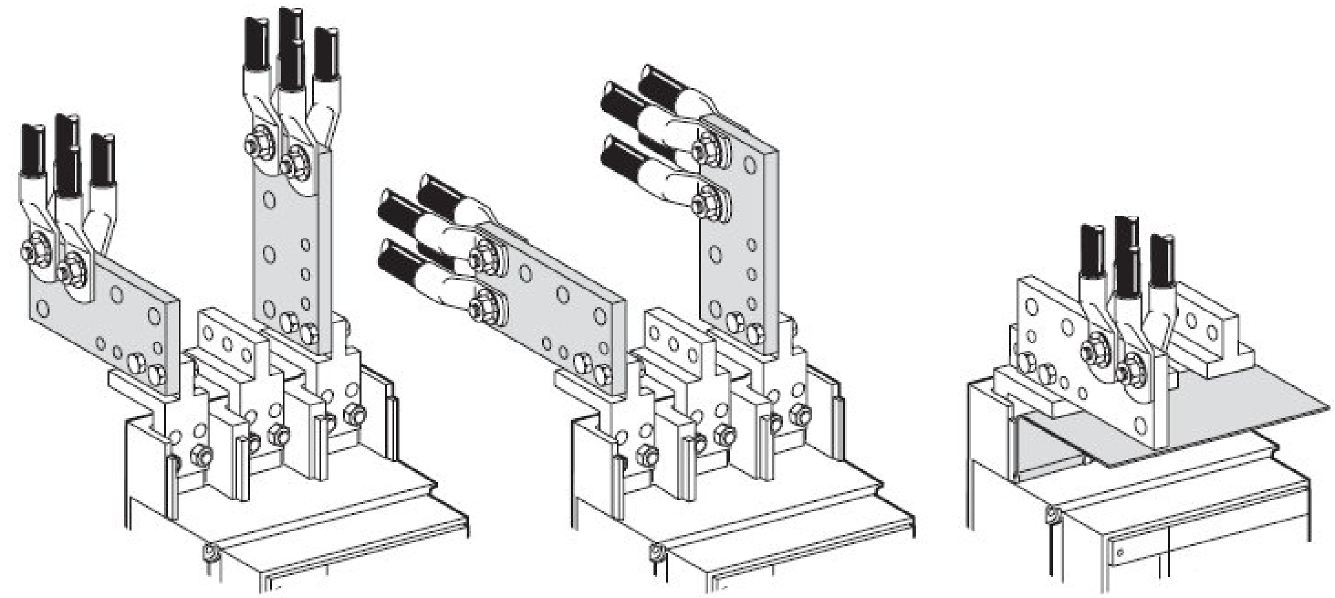


Figura 1.x – Conectori pentru cabluri cu papuci (legătură față)

Legături spate la aparate fixe

Bare

Întreruptoarele de la 630 la 1600 fixe, cu legături spate, echipate cu conectori orizontali sau verticali, pot fi conectate direct la la barele orizontale sau la bare pe cant, în funcție de poziția bornelor. Dacă este necesar, se pot folosi piese de mărire pas polar.

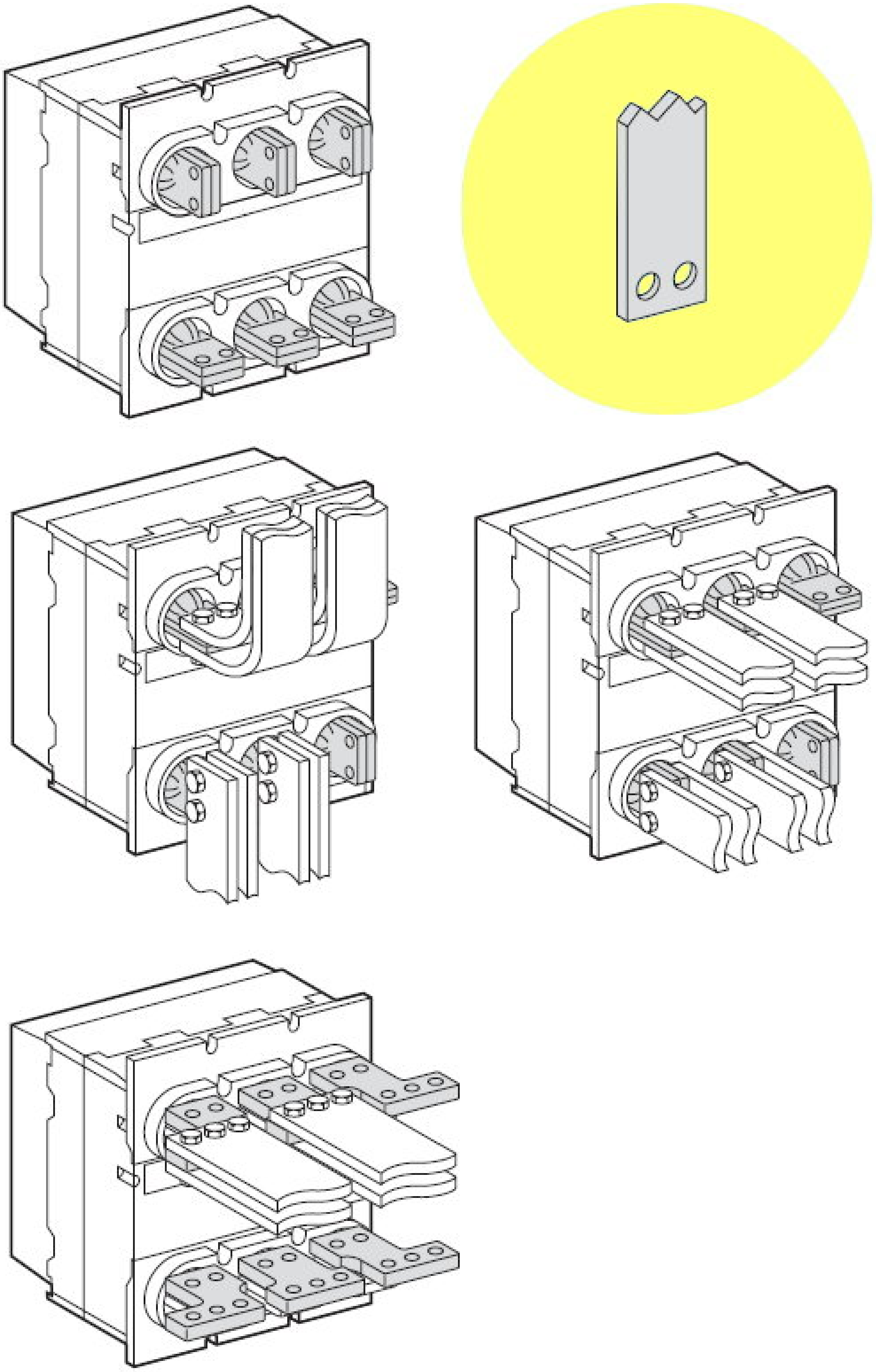


Figura 1.x – Conexiunea spate. Conectarea prin bare pentru aparate fixe

Cabluri cu papuci

Adaptorii de papuci de cablu sunt asociați cu adaptorii de conexiuni verticali. Pot fi conectate 1 până la 4 cabluri cu papuci sertizați (≤ 300 mm^2). Pentru a asigura stabilitatea, între extensiile de borne, trebuiesc instalate piese de distanțare.

Dacă adaptorii papucilor de cablu sunt montați peste partea superioară a camerelor de stingere, atunci este obligatoriu montajul ecranelor camerelor de stingere.

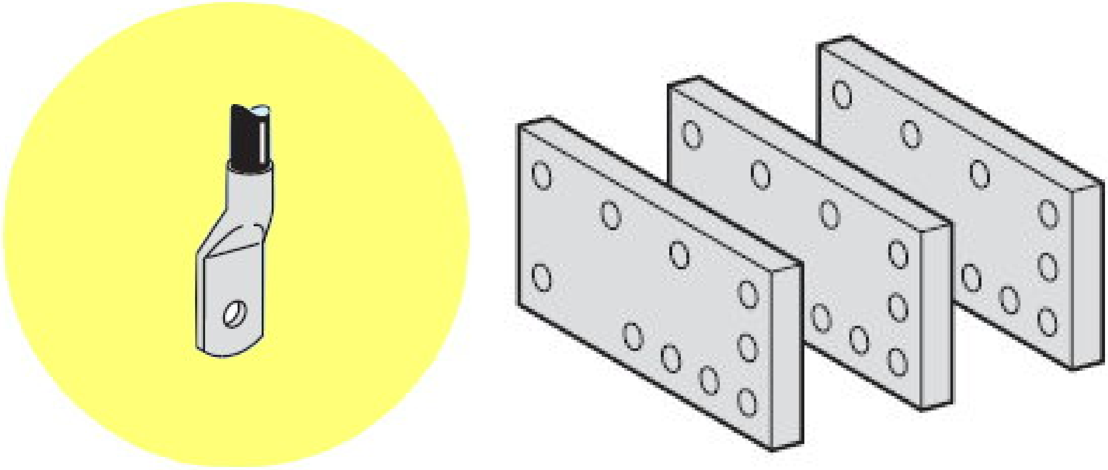


Figura 1.x – Papuc şi adaptori pentru papuci de cablu

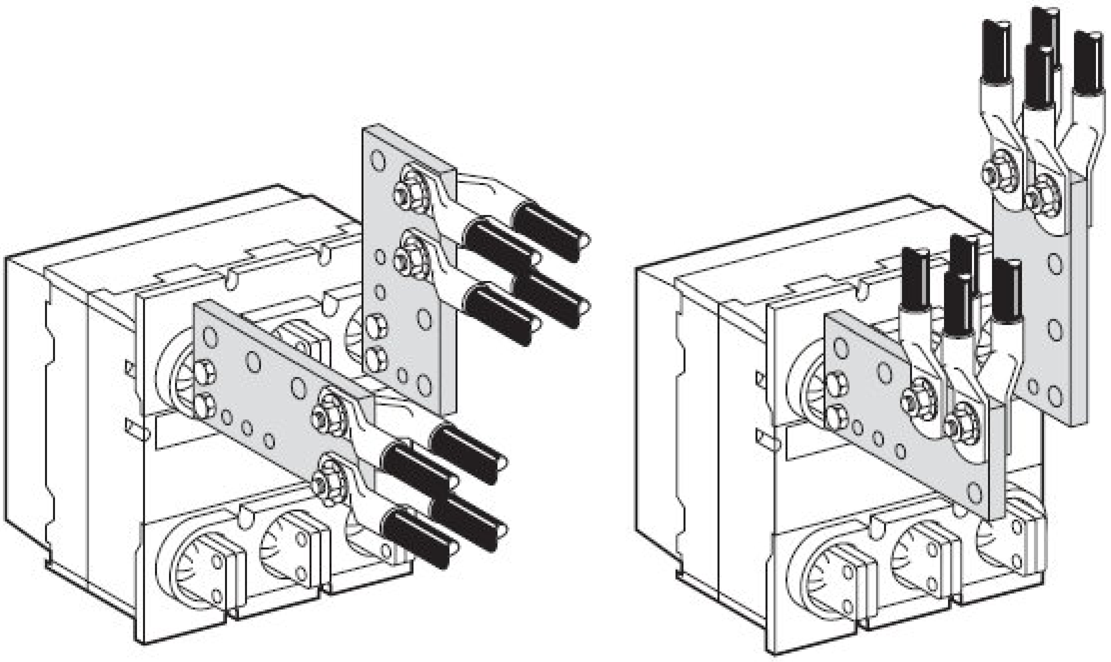


Figura 1.x – Legătură spate. Cablu cu papuci pentru aparat fix

Legături față la aparate debroşabile

Întreruptoarele debroşabile cu legături față sunt echipate cu terminale care conțin şuruburi pentru conexiunea directă a barelor. De asemenea pentru a conecta barele la întreruptoare putem folosi <u>adaptorii de conexiune verticali</u> şi <u>piesele pentru a mări pasul polar</u>.

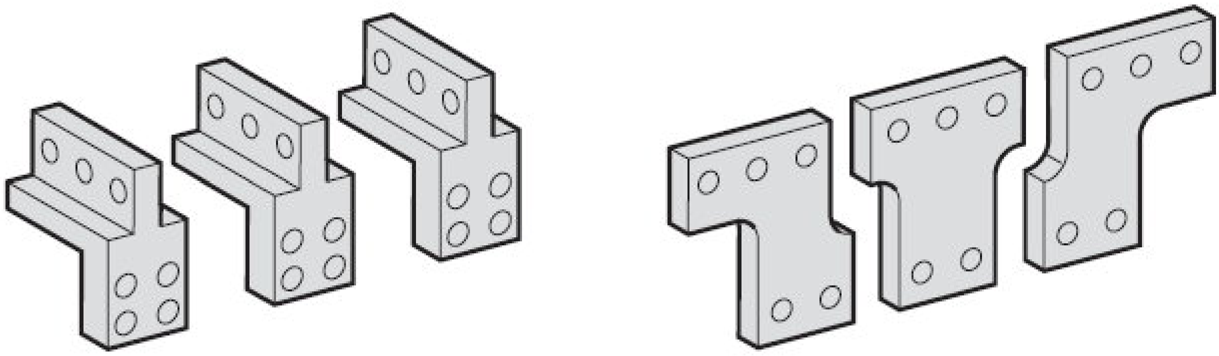
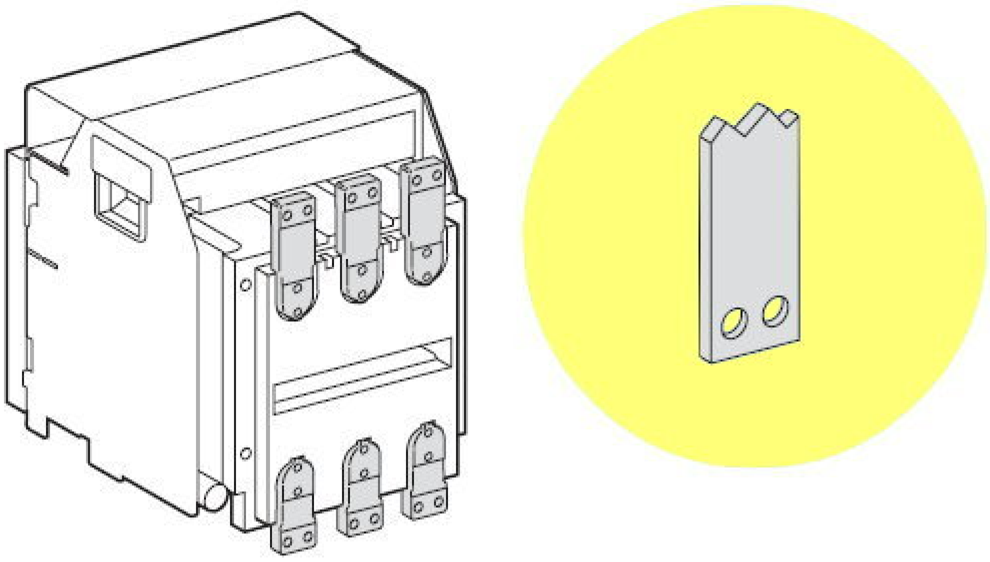


Figura 1.x – Adaptori de conexiuni verticali şi piese mărire pas polar

Dacă adaptorii de conexiuni verticali sunt orientați frontal, atunci este obligatorie montarea ecranelor camerelor de stingere.



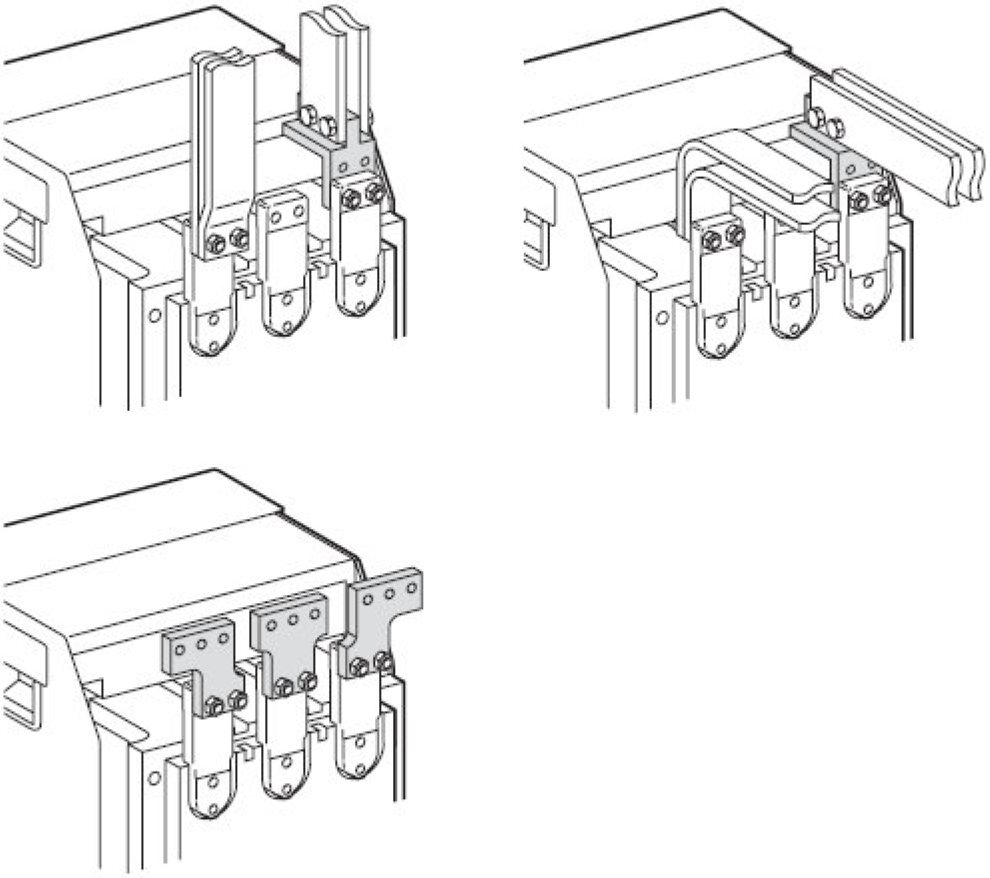
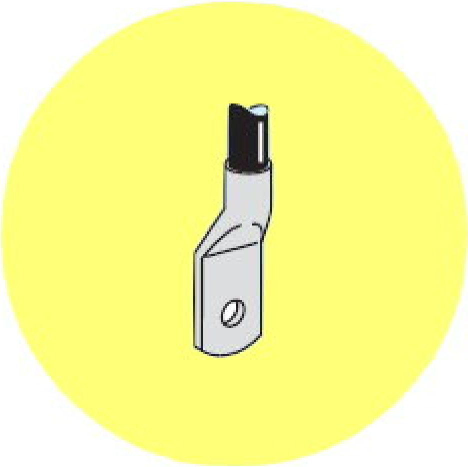


Figura 1.x – Conectarea prin bare, adaptori de conexiuni verticali
şi piese mărire pas polar, pentru aparate debroşabile

Cabluri cu papuci

Adaptorii de papuci de cablu sunt asociați cu adaptorii de conexiuni verticali. Pot fi conectate 1 până la 4 cabluri cu papuci sertizați (≤ 300 mm^2). Pentru a asigura stabilitatea, între extensiile de borne, trebuiesc instalate piese de distanțare.

Dacă adaptorii papucilor de cablu sunt montați peste partea superioară a camerelor de stingere, atunci este obligatoriu montajul ecranelor camerelor de stingere.



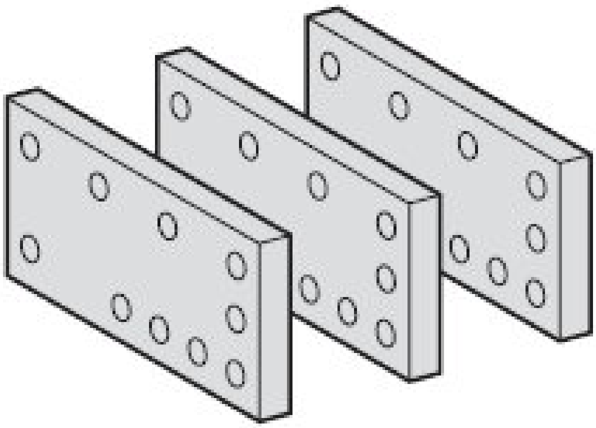


Figura 1.x – Papuc şi adaptori pentru papuci de cablu

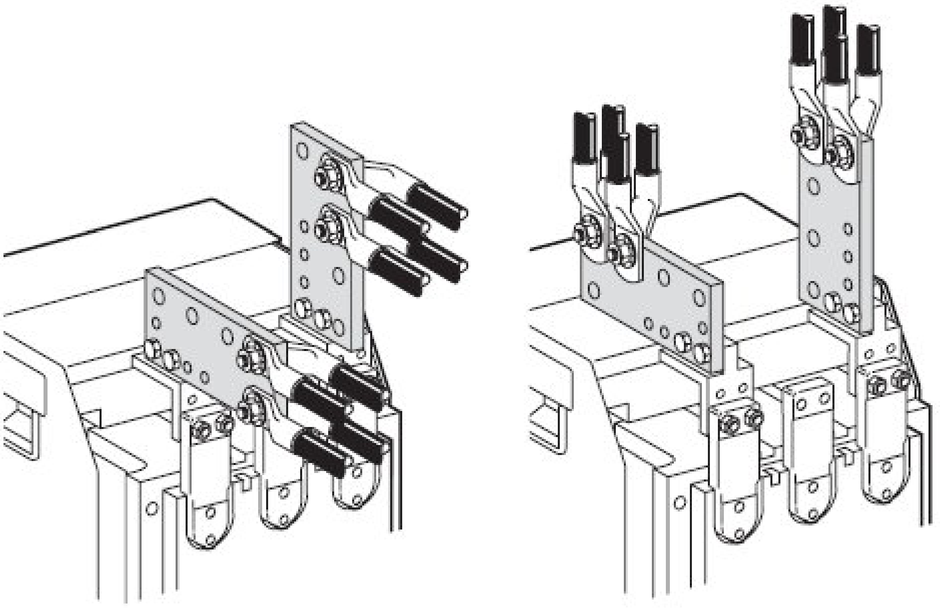
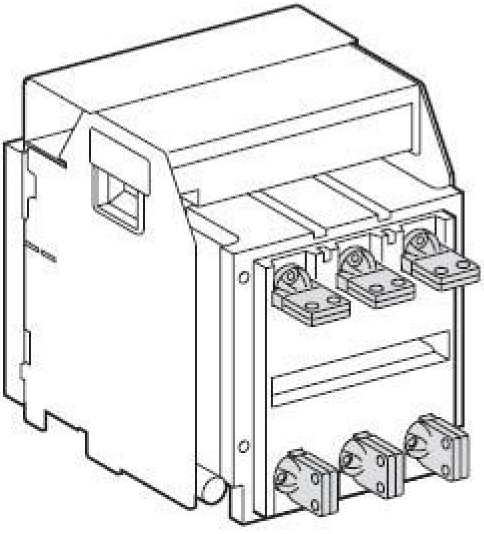


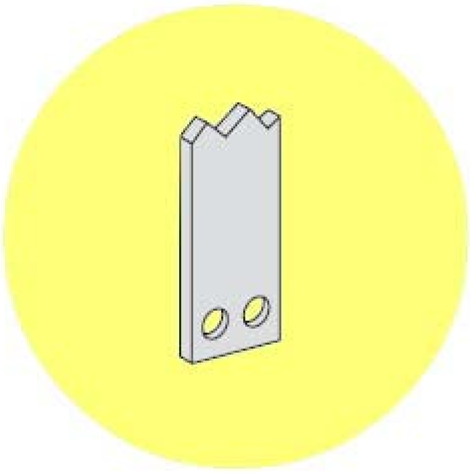
Figura 1.x – Legătură faţă. Cablu cu papuci pentru aparat debroşabil

Legături spate la aparate debroşabile

Bare

Întreruptoarele de la 630 la 1600 debroşabile, cu legături spate, echipate cu conectori orizontali sau verticali, pot fi conectate direct la la barele orizontale sau la bare pe cant, în funcție de poziția bornelor. Dacă este necesar, se pot folosi piese de mărire pas polar.





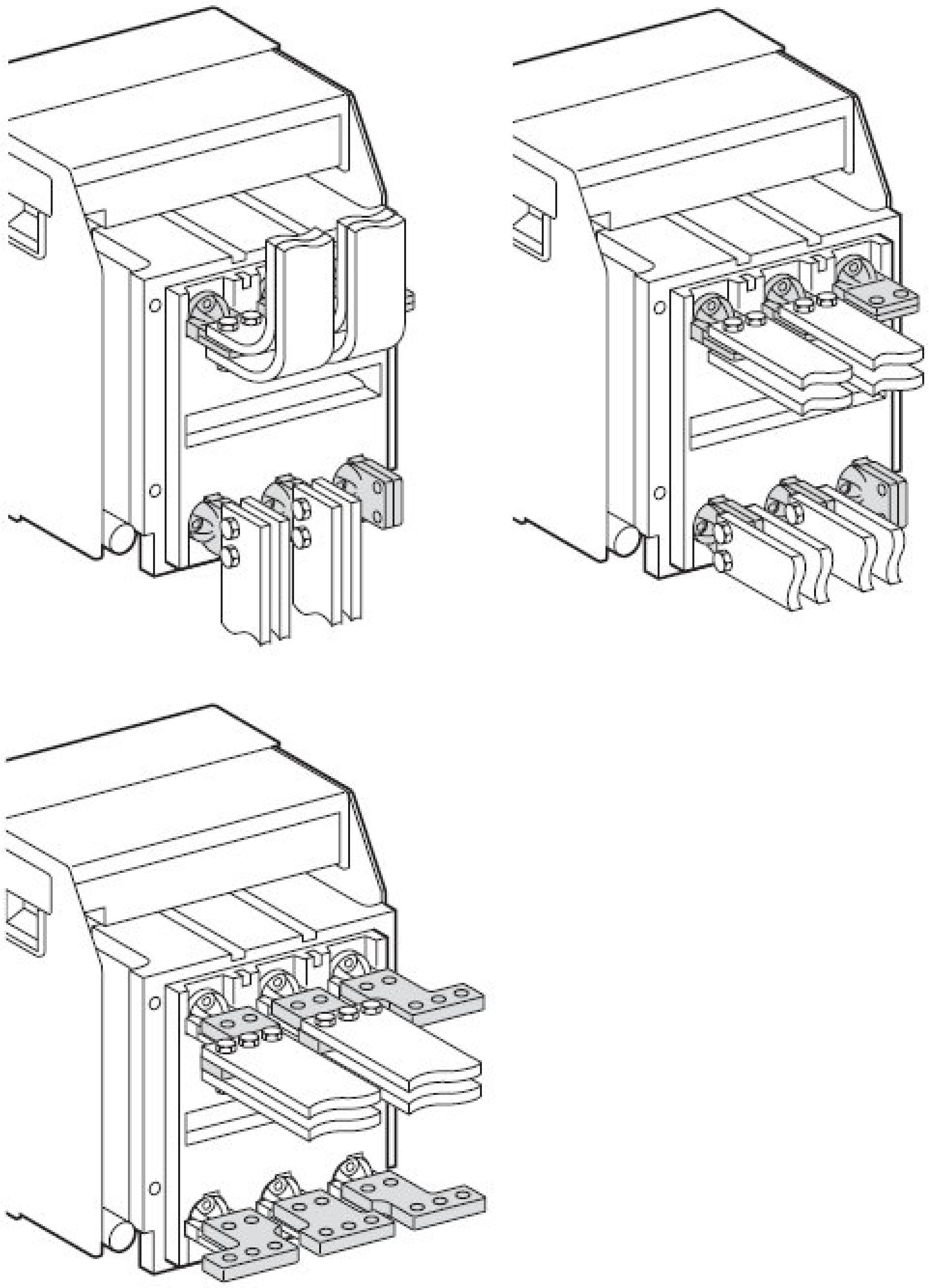


Figura 1.x – Conexiunea spate. Conectarea prin bare pentru aparate debroşabile

Cabluri cu papuci

Adaptorii de papuci de cablu sunt asociați cu adaptorii de conexiuni verticali. Pot fi conectate 1 până la 4 cabluri cu papuci sertizați (≤ 300 mm^2). Pentru a asigura stabilitatea, între extensiile de borne, trebuiesc instalate piese de distanțare.

Dacă adaptorii papucilor de cablu sunt montați peste partea superioară a camerelor de stingere, atunci este obligatoriu montajul ecranelor camerelor de stingere.

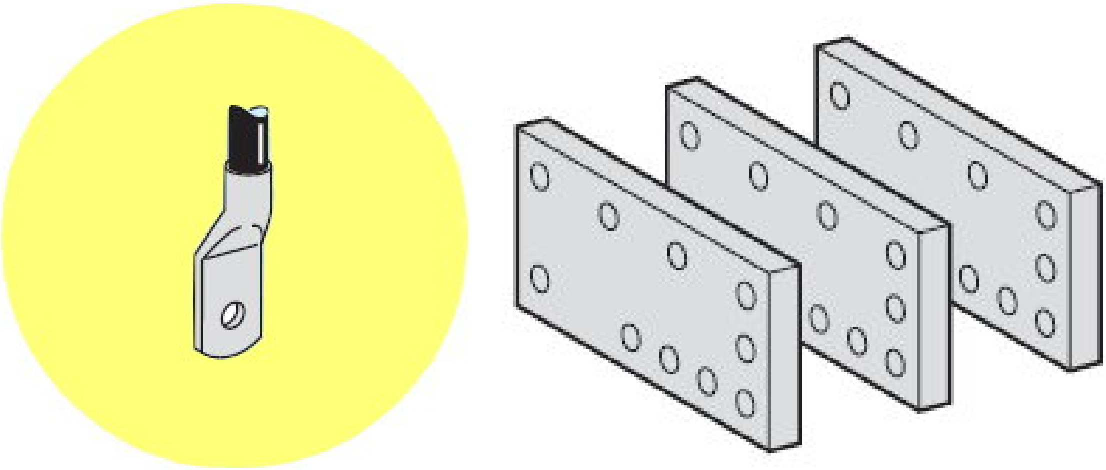


Figura 1.x – Papuc şi adaptori pentru papuci de cablu

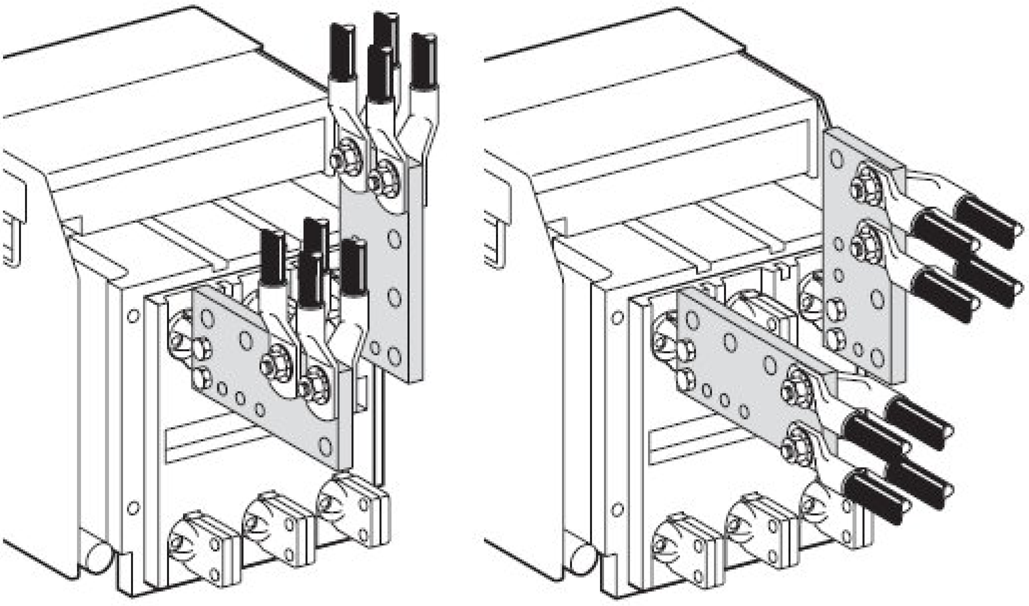


Figura 1.x – Legătură spate. Cablu cu papuci pentru aparat debroşabil

Întreruptoarele diferențiale asigură o protecție diferențială globală pentru mai multe circuite. Reprezintă o soluție economică pentru realizarea protecției în instalațiile electrice pentru locuințe.

Întreruptoare pentru protecția motoarelor

Prezentare generală

Definiție

Întreruptoarele pentru protecția motoarelor sunt întreruptoare pentru comutarea, protecția și separarea circuitelor de forță care au drept consumatori în primul rând motoare. În acelasi timp ele protejeză motoarele împotriva deteriorării prin pornire cu rotorul calat, suprasarcină , scurtcircuit sau întreruperea unei faze într-un istem

trifazat de alimentare. Acestea posedă un declanșator termic pentru protecția înfășurărilor motorului (protecția la suprasarcină) și un declanșator lectromagnetic (protecția la scurtcircuit).
Întreruptoarele pentru protecția motoarelor pot avea următoarele echipări suplimentare:

• declanșator de tensiune minimă,
• declanșator de deschidere,
• contacte auxiliare,
• indicator pentru starea declanșat.

Declanșatoare de tensiune minimă

Aceste declanșatoare deconectează întreruptorul când tensiunea nu este prezentă. Se introduc în schemă din motive de siguranță. Declanșatorul de tensiune minimă U-PKZ0 alimentat prin intermediul contactului auxiliar cu acțiune anticipată VHI20-PKZ0 permite închiderea întreruptorului. La căderea tensiunii declanșatorul acționează asupra mecanismului întreruptorului. Se asigură astfel evitarea repornirilor necontrolate ale mașinilor. Circuitele de siguranță nu sunt afectate de întreruperea conductoarelor.

Capitolul 1.10.
Relee şi Contactoare

Contactoarele de comandă se utilizează pentru soluționarea problemelor de control și reglare. Acestea sunt folosite în mare măsură pentru comanda indirectă a motoarelor, electro-ventilelor, cuplajelor și a instalațiilor de încălzire. Pe lângă simplitatea de integrare în proiecte, montare, punere în funcțiune și întreținere, utilizarea contactoarelor de comandă este recomandată în special de nivelul ridicat de siguranță în funcționare.

Contactoarele de comandă reprezintă un aspect esențial al siguranței în funcționare. Prin măsuri constructive acestea asigură o separare galvanică între circuitul de comandă și circuitul comandat, iar în stare dezenergizată între intrarea și ieșirea contactelor. Toate contactoarele de comandă au contacte cu dublă întrerupere. Contactele sunt astfel interconectate mecanic, încât contactele normal deschise și cele normal închise nu pot fi niciodată simultan pe poziția închis. În același timp este necesară asigurarea distanței între contacte de minim 0,5 mm pe întreaga durată de viață, inclusiv în stare de avarie (de exemplu sudarea unui contact).

Circuite supresoare de protecție

În prezent sunt utilizate frecvent combinații de aparate clasice de comutare, de exemplu contactoare, și aparatură electronică. Din această categorie fac parte printre altele automatele programabile (PLC), releele de timp și modulele de cuplaj. Interacțiunea tuturor componentelor sistemului poate perturba aparatele electronice și funcționarea acestora. Unul dintre factorii de perturbare îl reprezintă deconectarea sarcinilor inductive, cum sunt bobinele aparatelor de comutare electromagnetice. La deconectarea acestor aparate pot apărea tensiuni induse de valori ridicate care perturbă echipamentele electronice alăturate sau se pot genera impulsuri parazite prin mecanisme de cuplaj capacitiv care conduc la perturbații în funcționare. Deoarece deconectarea lipsită de perturbații nu este posibilă fără dispozitive suplimentare, bobinele vor fi dotate cu un modul supresor de protecție. Avantajele și dezavantajele diferitelor circuite supresoare de protecție sunt prezentate în continuare.

Releele de timp electronice sunt utilizate în schemele de comandă ale contactoarelor în care sunt necesari timpi scurți de revenire, precizie de repetiție ridicată, frecvență mare de comutare și durată de viață îndelungată a echipamentelor. Duratele de temporizare se pot alege în domeniul cuprins între 0,05 secunde și până la 100 ore, putând fi ușor reglate.

Intrări analogice

În funcție de tipul de aparat, sunt disponibile două sau patru intrări analogice 0 – 10 V. Rezoluția digitală este de 10 Biți = 1024 poziții = 0 până la 1023.
Sunt valabile următoarele :

Atenție !

Semnalele analogice sunt mai perturbabile, ca semnalele digitale, astfel încât conductorii de semnal trebuie să fie conectați și amplasați cu atenție. Conectarea necorespunzătoare poate conduce la stări de comutare nedorite.

• Utilizați cabluri ecranate, răsucite în pereche, pentru a evita producerea interferențelor la semnalele analogice.
• Împământați ecranele cablurilor cu conexiuni de lungimi reduse, bilateral și absolut simetric. Începând cu o lungime a cablurilor de aproximativ 30 m, împământarea bilaterală poate conduce la curenți de egalizare între cele două puncte de împământare și astfel la perturbarea semnalelor analogice. În acest caz, împământați cablul numai unilateral.
• Nu amplasați cablurile pentru semnal paralel cu cele pentru energie.
• Conectați sarcinile inductive, pe care le comutați prin ieșirile easy, la o tensiune de alimentare separată sau utilizați un circuit supresor pentru motoare și electroventile. Când sunt operați consumatori precum motoare, ventile magnetice sau contactoare și easy de la aceeași sursă de alimentare, comutarea poate conduce la o perturbare a semnalelor analogice de intrare.

Senzori 4 până la 20 mA cu rezistență 500 Ω

Indicație

• Acordați atenție numărului diferit și denumirii diferite a intrărilor analogice, în funcție de tipul de aparat.
• Conectați referința de potențial (0 V) a aparatului easy, respectiv a MFD-Titan, cu referința de potențial (0 V) a sursei de alimentare a simulatorului de valori analogice.
• La un senzor de 4(0) până la 20 mA și cu o rezistență de 500 Ω, rezultă următoarele valori:
– 4mA – 1,9 V,
– 10mA – 4,8 V,
– 20mA – 9,5 V.
• Intrare analogică 0 până la 10 V, rezoluție digitală 10 Bit = 1024 poziții = 0 până la 1023.

Indicație

La deconectarea sarcinilor inductive, trebuie să aveți în vedere următoarele :
inductivitățile echipate cu circuite supresoare cauzează mai puține perturbații în întregul sistem electric. În general, se recomandă ca circuitul supresor să fie

conectat cât mai aproape de inductivități. Dacă inductivitățile nu au circuite supresoare, sunt valabile următoarele: nu pot fi deconectate simultan mai multe inductivități, pentru a nu se supraîncălzi modulele de acționare. Dacă în caz de urgență, alimentarea cu +24 V c.c. este deconectată prin intermediul unui contact și prin aceasta ar putea să deconecteze mai mult de o ieșire cu inductivitate, trebuie echipate inductivitățile cu circuite supresoare.

Se calculează secțiunea pentru o lungime cunoscută a cablului

Pentru lungimea maximă cunoscută a rețelei, se determină secțiunea minimă.

l = Lungimea cablului în m
Smin = Secțiunea minimă a cablului în mm2
rcu = Rezistența specifică a cuprului, dacă nu se menționează altceva 0,018 Omm2/m

Aplicații

Motorul asincron trifazat este utilizat pe scară largă în acționări electrice. În afară de unele acționări individuale de mică putere, adesea comutate manual, majoritatea motoarelor sunt comandate prin contactoare sau combinații de contactoare. Puterea motorului in kilowați (kW) sau curentul în amperi (A) reprezintă parametrii caracteristici pentru alegerea corectă a contactoarelor. La aceeași putere pot apărea curenți nominali diferiți în funcție de tipul constructiv al motorului. Tipul constructiv al motorului determină, de asemenea, raportul între amplitudinea curentului la pornire, respectiv curentul cu rotorul calat și curentul nominal al motorului (Ie). Comutarea echipamentelor de încălzire electrică, a instalațiilor de iluminat, a transformatoarelor și a echipamentelor de compensare a puterii reactive, fiecare cu caracteristicile sale specifice, conduce la solicitări diferite ale contactoarelor. Frecvența de comutare poate varia foarte mult în funcție de aplicație. Gama posibilă se întinde de la mai putin de o comutare pe zi până la mii de manevre pe oră sau chiar mai mult. În cazul motoarelor, de multe ori frecvența ridicată de comutare este întâlnită la comanda prin impulsuri și frânarea în contracurent.

Contactoarele sunt acționate prin intermediul a diverse aparate de comandă, manual sau automat, funcție de deplasare, timp, presiune sau temperatură. Interdependența acționării mai multor contactoare poate fi realizată prin interblocări cu ajutorul contactelor auxiliare.

Contactele auxiliare ale contactoarelor DILM pot fi utilizate drept contacte în oglindă conform IEC/EN 60947-4-1 Anexa F, pentru semnalizarea stării contactelor principale. Un contact în oglidă este un contact auxiliar normal închis, care nu poate fi închis simultan cu contactele principale normal deschise.

Releele termice pentru protecția motoarelor, numite în norme relee de suprasarcină, fac parte din grupa dispozitivelor de protecție dependente de curent. Acestea supraveghează temperatura înfășurării motorului prin intermediul

curentului ce trece prin conductoarele de alimentare și oferă o protecție sigură și eficientă împotriva defectelor datorate:
- Nepornirii motorului,
- Suprasarcinii,
- Căderii unei faze.

Releele termice utilizează proprietatea bimetalului de a-și modifica forma și starea în funcție de încălzire. Dacă se atinge o anumită valoare a temperaturii, acestea acționează un contact auxiliar. Încălzirea bimetalului este produsă de rezistențele parcurse de curentul motorului. Echilibrul între căldura transmisă și cea cedată se stabilește la diferite temperaturi funcție de valoarea curentului.

Dacă se atinge temperatura reglată, releul declanșează. Timpul de declanșare este dependent de intensitatea curentului și preîncărcarea releului. Valoarea sa trebuie să se situeze sub cea a timpului de periclitare a izolației motorului. Pe această bază în normele EN 60 947 sunt dati timpii maximi de suprasarcină. Pentru a evita declanșările inutile sunt stabiliți timpi minimali pentru curentul limită și pentru curentul cu rotorul calat.

Sensibilitatea la căderea unei faze

Releele termice oferă, datorită construcției lor speciale, o protecție eficientă în cazul căderii unei faze. Așa numita sensibilitate la căderea unei faze corespunde cerințelor normelor IEC 947-4-1 și VDE 0660 Partea 102.

Dacă bimetalele aflate pe căile de curent principale se deformează datorită unei suprasarcini trifazate, acestea acționează asupra unei punți de declanșare și a unei punți diferențiale. La atingerea valorii limită reglate, o pârghie de declanșare comună comandă comutarea contactului auxiliar.

Puntea de declanșare și cea diferențială sunt situate la distanțe mici, simetric, în apropierea bimetalelor. În cazul în care, de exemplu la căderea unei faze, unul dintre bimetale se deformează mai puțin decât celelalte două (sau își revine), puntea de declanșare și cea diferențială se vor deplasa pe distanțe diferite. Diferența de deplasare dintre cele două punți este convertită intr-o mișcare suplimentară în sensul declanșării, determinând accelerarea acesteia.

Protecția cu Relee electronice

Modul de lucru și de operare

Releele electronice pentru protecția motoarelor, la fel ca cele care funcționează pe principiul bimetalului, fac parte din categoria dispozitivelor de protecție dependente de curent. În cazul sistemului electronic de protecție detecția curentului prin cele trei conductoare de alimentare ale motorului se realizează prin trecerea lor prin corpul senzorului sau prin fixarea de conductoare a senzorilor cu cordon cu bandă specială. Aceștia se combină cu echipamentul de prelucrare

astfel încât să se poată realiza o dispunere separată a senzorilor și respectiv a echipamentului de prelucrare. Senzorii de curent se bazează pe principiul lui Rogowski, cunoscut din tehnica măsurărilor. Astfel, cordonul cu senzori nu posedă miez de fier, deci nu se va satura și poate detecta o gamă largă de curenți. Utilizând detecția inductivă rezultă că secțiune conductoarelor din circuitul de forță nu influențează precizia de declanșare. Sistemele de protecție electronică a motoarelor permit reglarea curentului de declanșare într-o gamă de curenți mult mai extinsă comparativ cu cea a releelor termice electromecanice cu bimetal. În cazul sistemului electronic de protecție ZEV domeniul de protecție de la 1 până la 820 A poate fi acoperit cu un singur echipament de prelucrare.

Sistemul cu relee electronice ZEV realizează protecția motoarelor atât prin măsurarea indirectă a temperaturii prin intermediul curentului, cât și prin măsurarea directă a temperaturii în motor cu ajutorul termistoarelor. Indirect se realizeză supravegherea motorului la suprasarcină, căderea fazelor și curent asimetric.

La măsurarea directă temperaturii în înfășurarea motorului se folosește un termistor PTC. În cazul unei supratemperaturi semnalul este transmis dispozitivului de declanșare și este acționat contactul auxiliar. Resetarea este posibilă numai după răcirea termistorului sub temperatura de declanșare. Prin conexiunea de termistor inclusă, releul poate fi utilizat pentru protecția globală a motorului. Suplimentar releul protejează motorul împotriva defectelor de punere la pământ. Încă de la apariția unor defecte minore ale izolației înfășurărilor motorului, apar mici scurgeri de curent. Acești curenți de defect sunt inregistrați de un transformator de curent sumator extern. Acesta însumează curenții fazelor, îi prelucreză și semnalizează prezența curenților de defect către microprocesorul releului. Prin preselectarea uneia din cele 8 clase de declanșare (CLASS) devine posibilă adaptarea motorului protejat la condiții de pornire normale sau grele. Astfel rezervele termice ale motorului pot fi folosite în siguranță.

Releul pentru protecția motoarelor este alimentat cu o tensiune auxiliară. Echipamentul de prelucrare este executat în versiunea multi-tensiuni permițând alimentarea cu tensiuni intre 24 V și 240 V c.a. sau c.c. Echipamentele au o comportare de monostabil; la căderea tensiunii de alimentare ele declanșează.

Pe lângă contactele normal închis (95-96) și normal deschis (97-98) existente la releele de protecție a motoarelor, releele elctronice ZEV sunt prevăzute cu contacte programabile normal deschise (07-08) și normal închise (05-06). Contactele normale, amintite la început acționează la încălzirea motorului determinată direct prin termistoare sau indirect prin intermediul curentului, incluzând sensibilitatea la căderea unei faze.

Contactelor parametrizabile li se pot atribui diferite funcții cum sunt :
• punere la pământ,
• presemnalizare la încărcare termică de 105 %,
• semnalizare separată „declanșare prin termistor”,
• defect intern al aparatelor.

Atribuirea funcțiilor se efectuează printr-un sistem tip meniu cu ajutorul unui display cu cristale lichide. Intensitatea curentului prin motor se introduce cu ajutorul tastelor de operare și poate fi verificată pe display-ul cu cristale lichide.

Prin aceasta display-ul permite o diagnoză diferențiată a cauzelor declanșării, ceea ce duce la o depanare mai rapidă a defectelor. Declanșarea suprasarcinii simetrice tripolare la un curent de x – ori curentul reglat se produce într-un timp stabilit de clasa de declanșare. Timpul de declanșare se reduce în raport cu cel din starea rece, în funcție de preîncărcarea motorului. Se atinge o precizie ridicată a declanșării. Timpii de declanșare sunt constanți pe întreg domeniul de reglare. Dacă asimetria curenților prin motor depășește 50 %, releul declanșează după 2,5 s. Există aprobarea pentru protecția la suprasarcină a motoarelor in execuție antiexplozivă de tipul EEx e de „siguranță ridicată" conform directivei 94/9/UE, precum și raportul PTB (numărul certificatului UE de încercări de tip: PTB 01 ATEX 3233). Informații suplimentare pot fi obținute consultând manualul AWB 2300-1433-D „Sistemul cu relee electronice ZEV pentru protecția motoarelor, supravegherea suprasarcinilor motoarelor de tipul EEx e".

Protecția cu termistor

Pentru protecția globală a motorului, la bornele T1-T2 se pot conecta până la 6 senzori de temperatură tip PTC, conform DIN 44081 și DIN 44082, având o rezistență internă RK F 250 Ω sau 9 cu RK F 100 Ω.

Scurtcircuitele din circuitul termistoarelor pot fi detectate prin montarea suplimentară a unui releu de supracurent.

Relee de măsurare și supraveghere

Date generale

Releele de măsurare și supraveghere sunt necesare pentru cele mai diverse aplicații.

…

Capitolul 1.11.
Protecții – Relee termice şi termistoare

Pentru protejarea motoarelor trifazate de curent alternativ se folosesc două tipuri de protecții (releee) termice şi anume : Relee pentru protecția motoarelor cu blocare a resetării automate şi Releele pentru protecția motoarelor fără blocare a resetării automate.

Relee pentru protecția motoarelor cu blocare a resetării automate se folosesc în circuite cu elemente care comandă prin contact permanent cum ar fi presostatele, întreruptoarele de poziție, etc. Pentru personalul de exploatare se poate monta un buton de resetare pe capacul cofretului, care să fie uşor accesibil.

Releele pentru protecția motoarelor fără blocare a resetării automate se folosesc doar în circuitele cu elemente care comandă prin contact de tip impuls, cum sunt butoanele cu revenire, astfel încât după răcirea bimetalelor să nu fie posibilă o reconectare automată.

Regimurile de lucru ale motorului

Regimurile cu număr ridicat de comutări fac mai dificilă protecția motorului. Releul se va regla pentru o valoare mai mare decât curentul nominal al motorului deoarece altfel are o temporizare mai mică. Motoarele proiectate pentru un număr ridicat de comutări vor suporta acest reglaj până la un numit grad. Chiar dacă nu se realizează o protecție eficientă la suprasarcină, aceasta este suficientă ca protecție contra nepornirii.

Capitolul 1.12.
Motoare electrice

În lucru …

Motoare de joasă tensiune pentru zone cu pericol de explozie

Motoarele pentru zonele cu pericol sunt proiectate special pentru a respecta reglementările ofi ciale cu privire la pericolul de explozie. Siguranța în exploatarea acestor motoare poate fi diminuată dacă sunt folosite neadecvat, conectate necorespunzător sau modifi cate în vreun fel, chiar şi într-o măsură foarte mică.

Trebuie luate în considerare standardele legate de conectarea şi utilizarea aparaturii electrice în zone cu pericol, în special standardele naționale pentru instalare din țările în care sunt utilizate motoarele. Manevrarea acestui tip de dispozitiv se va face numai de către personal califi cat, familiarizat cu aceste standarde.

În general acest tip de motoare sunt proiectate să funcționeze / staționeze la temperaturi cuprinse între – 20° şi + 60°. Pentru alegerea motorului în proiect, trebuie verificat dacă seria de motoare din care face parte şi motorul ales, este adecvat pentru orice temperatură cuprinsă între aceste limite.

Pe lângă conformitatea cu standardele legate de caracteristicile mecanice şi electrice, motoarele proiectate pentru atmosfere explozive trebuie, de asemenea, să fie în conformitate cu una sau mai multe dintre următoarele standarde europene sau IEC pentru tipul de protecție în cauză:

EN 60079-0 (2004); IEC 60079-0 (2004)	Cerințe generale cu privire la aparatura electrică destinată atmosferelor explozive gazoase
EN 60079-1 (2004); IEC 60079-1 (2003)	Standarde referitoare la tipul de protecție „d ”, capsulare antideflagrantă.
EN 60079-7 (2003); IEC 60079-7 (2001)	Standarde referitoare la tipul de protecție „e ”, siguranță mărită.
EN 60079-15 (2003), IEC 60079-15 (2001), EN60079-15 (2005), IEC 60079-15 (2005)	Standarde referitoare la tipul de protecție „nA”
prEN 61241-0 (2005); IEC 61241-0 (2004)	Cerințe generale cu privire la aparatura electrică folosită în prezența prafului combustibil
EN 61241-1 (2004); IEC 61241-1 (2004)	Standarde referitoare la protecția contra aprinderii amestecurilor praf/aer şi etanşeitatea la praf (protecție tD)

Atmosferă **:**
G – atmosferă explozivă cauzată de gaze
D – atmosferă explozivă cauzată de praf combustibil

Standardele conform cărora sunt atestate motoarele sunt precizate în certificatele corespunzătoare.

Atât proiectantul cât şi muncitorul care instalează motorul, trebuie să verifice toate informațiile prezente în documentația tehnică standard în legătură cu datele privitoare la standardele de protecție împotriva exploziilor, cum ar fi cele din tabelul de mai jos.

Informaţii de verificat

A) Grupa de gaze		
Industrie	Grupă de gaze	Tipul de gaz (exemple)
Atmosferă explozivă în afara minelor	IIA	Propan
	IIB	Etilenă
	IIC	Hidrogen / Acetilenă

B) Temperatura de marcaj								
Clasa de temperatură	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T125°C	T150°C
Temperatura maximă °C	450	300	200	135	100	85	125	150
Cresterea temperaturii maxime a suprafeței K la 40°C	400	250	155	90	55	40	80	105

Creşterea temperaturii maxime a suprafeței se referă la suprafața din interiorul motorului (rotor) pentru clasele de temperatură T1, T2 şi T3 şi la suprafața exterioară a motorului (batiu şi/sau scuturi) pentru alte clase de temperatură.Trebuie notat că motoarele sunt atestate şi clasificate potrivit grupei din care fac parte. Acest lucru este determinat în funcție de atmosfera ambientală de gaze sau praf şi de temperatura de marcare, calculată pe baza unei temperaturi ambientale de 40°C.

Temperatura ambientală nu poate fi sub –20°C. Dacă sunt de aşteptat temperaturi mai scăzute, trebuie consultat fabricantul motorului.

Pentru motoarele care funcționează / staționează la temperaturi scăzute, adică sub +10°C proiectantul trebuie să prevadă un sistem de măsurare a rezistenței de izolație, deoarece după oprirea unui motor la temperaturi scăzute, există riscul de a apare condens în interiorul motorului, umezind astfel izolația înfăşurărilor.

Rezistența de izolație, corectată la 25°C, se măsoară de către muncitorul specialist cu un aparat numit megohmetru, după ce alege tensiunea de măsurare care poate fi de 500 V sau 1.000 V curent continuu şi trebuie să depăşească

valoarea de referință, adică 100 MΩ. Valoarea rezistenței de izolație este înjumătățită la fiecare creştere a temperaturii ambientale cu 20°C. Batiul motorului trebuie împământat iar înfăşurările trebuie descărcate prin intermediul acestuia imediat după fi ecare măsurare pentru a evita pericolul de curentare.

Dacă nu este atinsă valoarea de referință a rezistenței, înfăşurarea este prea umedă şi trebuie uscată în cuptor. Temperatura în cuptor trebuie sa fie de 90°C timp de 12-16 ore, apoi de 105°C timp de 6-8 ore. Pe durata încălzirii, trebuie îndepărtate eventualele dopuri de la găurile de scurgere şi trebuie deschise eventualele valve de închidere. După încălzire nu uitați să puneți dopurile la loc. Chiar dacă există dopuri pentru scurgeri, este recomandat să dezasamblați scuturile de la extremități şi capacele cutiilor cu borne pe timpul procesul de uscare. Înfăşurările udate cu apă de mare trebuie de obicei rebobinate.

Cablarea şi conexiunile electrice

Cutia cu borne de la motoarele standard cu o singură viteză conține de obicei şase borne pentru înfăşurare şi cel puțin o bornă pentru împământare.
Pe lângă bornele principale pentru înfăşurare şi împământare, cutia mai poate conține şi contacte pentru termistori, elemente de încălzire sau alte dispozitive auxiliare. Pentru conectarea tuturor cablurilor principale trebuie folosite urechi de borne potrivite. Cablurile pentru dispozitivele auxiliare pot fi conectate la plăcile cu borne ca atare. Folosiți numai garnituri de etanşare pentru cabluri certificate pentru motoare antideflagrante şi cu siguranță mărită. Pentru motoarele fără scânteie, garniturile trebuie să fie în conformitate cu EN 60079-0.

NOTĂ

Pentru a îndeplini cerințele EN 60079-0 şi standardele locale de instalare (de exemplu, NFC 15100), cablurile trebuie protejate mecanic şi fixate cu cleme în apropierea cutiei cu borne. Intrările pentru cablu nefolosite trebuie închise cu elemente de izolare în funcție de clasa de protecție şi IP a cutiei cu borne. Gradul de protecție şi diametrul sunt specificate în documentația referitoare la garnitura de etanşare a cablului.

AVERTISMENT
Folosiți garnituri de etanşare adecvate la intrările pentru cabluri, în funcție de tipul de protecție, diametrul şi tipul cablului.

AVERTISMENT

Nu deschideți motorul sau cutia cu borne în prezența unei atmosfere explozive, atât timp cât motorul este cald şi conectat la curent.

Tensiunea maximă de măsurare pentru termistori este 2,5 V. Intensitatea maximă de măsurare pentru Pt100 este 5 mA. Folosirea unor valori mai mari pentru tensiunea şi intensitatea de măsurare poate provoca erori de citire.

Bornele şi direcția de rotație

Arborele se roteşte în sensul acelor de ceasornic dacă privim capătul acestuia dinspre capul de acționare, iar secvența fazelor liniei de alimentare - L1, L2, L3 – este conectată la borne. Pentru a modifica direcția de rotație, schimbați între ele oricare două conexiuni la cablurile de alimentare.

Operarea

Utilizarea

Dacă nu este precizat altfel pe plăcuța cu specificații tehnice, motoarele sunt proiectate pentru următoarele condiții.
– Limitele normale ale temperaturii ambientale sunt –20°C şi +40°C.
– Altitudinea maximă: 1000 m deasupra nivelului mării.
– Toleranța pentru tensiunea de alimentare este ±5% iar pentru frecvență ±2% în conformitate cu EN / IEC

Motorul poate fi folosit numai la aplicațiile pentru care a fost proiectat. Valorile nominale şi condițiile de operare standard sunt indicate pe plăcuțele cu specifi cații tehnice ale motoarelor. În plus, trebuie urmate toate cerințele din acest manual şi din alte instrucțiuni şi standarde relevante. Dacă aceste limite sunt depăşite, trebuie verificate datele motorului şi datele de construcție. Trebuie acordată o atenție deosebită atmosferelor corozive la exploatarea motoarelor antidefl agrante; asigurați-vă că stratul protector de vopsea este adecvat pentru condițiile ambientale existente, deoarece capsularea antideflagrantă poate fi deteriorată prin coroziune.

AVERTISMENT

Ignorarea oricăror instrucțiuni sau operații de întreținere a aparatului poate pune în pericol siguranța şi astfel poate împiedica utilizarea motorului în zone cu pericol.

Răcirea

Controlați ca motorul să beneficieze de suficientă circulație a aerului. Verificați ca motorul să nu fi e supus căldurii suplimentare provenite de la alte obiecte apropiate sau prin expunere la soare.

AVERTISMENT

Dispozitivele de oprire de urgență trebuie echipate cu blocaje-repornire. După oprirea de urgență, o nouă comandă de pornire nu poate avea efect decât după ce ați înlăturat blocajul.

Puncte ce trebuie respectate

1. Nu călcați pe motor.
2. Temperatura carcasei exterioare a motorului poate provoca arsuri la atingere în timpul operării obişnuite şi mai ales după oprire.
3. Unele aplicații speciale ale motorului necesită instrucțiuni speciale (de exemplu, utilizarea unor surse cu convertizor de frecvență).
4. Atenție la componentele rotative ale motorului.
5. Nu deschideți cutiile cu borne când se află sub tensiune.

Cerințele principale potrivit cu standardele EN şi IEC.

Motoare antideflagrante Ex d, Ex de

Potrivit standardelor, motorul trebuie dimensionat astfel încât temperatura maximă a suprafeței exterioare a motorului să fie limitată potrivit clasei de temperatură (T4, T5 etc.). De cele mai multe ori, acest lucru necesită fie efectuarea unor teste etalon, fie controlarea temperaturii suprafeței exterioare a motorului. În cazul unor convertizoare de sursă de tensiune (fără control DTC ca la ACS800) cu control tip modulația impulsurilor în lățime (Pulse Width Modulation - PWM), sunt de obicei necesare teste combinate pentru a confirma funcționarea termică adecvată a motorului. Aceste teste pot fi evitate dacă motoarele antideflagrante sunt echipate cu senzori termici concepuți pentru controlul temperaturii suprafeței. Astfel de motoare prezintă următoarele marcaje suplimentare pe plăcuța cu specificații tehnice **:** - „PTC” (Positive Temperature Coefficient - coeficient de temperatură pozitiv) pentru temperatura de declanşare şi „DIN 44081/82”.

Tensiunea de alimentare [V]	Frecvența [Hz]
380	50
400	50
415	50
500	50
440	60
460	60
480	60

Capitolul 1.13.
Tablouri de distribuție

Tablouri de distribuție

A. Generalități

Prin liniile aeriene sau subterane se realizează alimentarea cu energie electrică a marilor consumatori **:** întreprinderi, secții, clădiri socilae sau locuințe.

Numărul receptoarelor alimentate de la un singur circuit este însă limitat. Pentru acest motiv o instalație electrică cuprinde mai multe circuite, alimentate de la o singură sursă. Pe de altă parte, din anumite cauze, intensitatea curentului poate fi uneori prea mare, iar căldura degajată prin efectul Joule-Lenz poate produce arderea izolației conductoarelor şi deci scurtcircuite, care periclitează instalația. Apare necesitatea unor dispozitive care să permită ramificarea acestor circuite, aşa cum o cere situația locală şi importanța instalației respective. Aceste dispozitive se numesc tablouri de distribuție.

Tablourile de distribuție au următoarele funcții **:**

- să fixeze şi să protejeze aparatele de manevră, de măsurat şi de protecție, necesare distribuției energie electrice.
- să permită localizarea defectelor produse prin supraîncărcări sau scurtcircuite, precum şi înlocuirea siguranțelor care s-au topit.
- să distribuie energia electrică la mai multe circuite, pentru ca în cazul arderi unei siguranțe să nu se întrerupă funcționarea tuturor consumatorilor.

După destinația pe care o au, tablourile de distribuție se împart în **:** tablourile generale, principale şi secundare.

Tabloul general de distribuție este cel care primeşte energia electrică, la o tensiune sub 1000 V, de la sursa de energie sau de la rețea.

Tabloul principal primişte energia electrică de la tabloul general şi alimentează tablourile secundare.

Tabloul secundar deserveşte unul sau mai multe receptoare.

În cazul în care tabloul general de distribuție alimentează cu energie electrică mai multe tablouri pricipale, prin circuite separate, distribuția se numeşte radială.

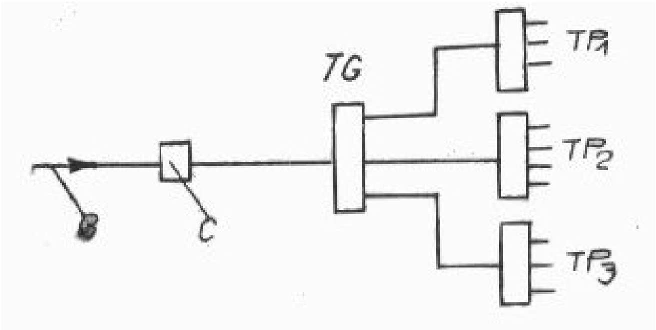


Figura 1.x – Distribuție radială

În figura 1.x, se reprezintă schema de principiu a unei distribuții radiale. Prin branşamentul B se alimentează cu energie electrică punctul de alimentare C (care poate să fie un cofret în cazul contrucțiilor civile sau un post de transfazare în cazul distribuțiilor de energie în industrie), care la rândul său alimentează tabloul general, de distribuție TG. De aici, energia electrică este distribuită, prin circuite separate, la tablourile principale TP1, TP2, TP3 care deservesc consumatorii sau pot alimenta alte tablouri secundare.

Dacă însă tabloul general distribuie energie electrică printr-un circuit la un tablou principal, iar acesta alimentează un tablou de distribuție secundar, deci mergând din tablou în tablou (figura 2), distribuția se numeşte în cascadă.

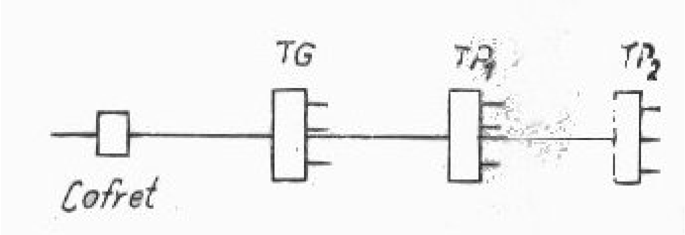


Figura 2.x – Distribuție în cascadă

În figura 1.x se poate observa că sistemul de distribuție în cascadă prezintă un mare dezavantaj **:** dacă circuitul de alimentare al tablourilor T1 şi T2 iese accidental din funcțiune, se întrerupe alimentarea cu energie electrică a tablourilor în cascadă şi deci a tuturor consumatorilor legați de acestea.

De aceea se foloseşte îndeosebi sistemul de distribuție radială, celălalt sistem fiind utilizat în cazuri speciale.

Tablourile de distribuție se confecționează numai din materiale necombustibile şi nehigroscopice. Tablourile electrice de distrbuție pot fi construite într-unul din următoarele tipuri:

- Tablouri neprotejate (deschise), care nu sunt protejate contra atingerilor şi deteriorărilor mecanice şi se montează în încăperi uscate, fără praf, fără pericol de incendiu sau de explozie.
- Tablouri protejate, care sunt închise în cutii protectoare sau în dulapuri metalice şi nu se pot monta în încăperi, cu pericole de explozie sau incendiu decât cele executate special pentru astfel de situații.

Tabloul de distribuție este punctul în care alimentarea cu energie se divide în circuite separate, fiecare din ele fiind comandate şi protejate de siguranțe fuzibile sau aparate de comutație. Un tablou de distribuție este compus dintr-un

număr de unităţi funcționale, fiecare conținând toate elementele electrice şi mecanice care contribuie la îndeplinirea unei funcții anume. Tabloul şi unitățile funcționale reprezintă elemente cheie în siguranța instalației. în consecință, tipul de tablou electric trebuie perfect adaptat la aplicația sa.

Proiectarea şi construcția lui trebuie să corespundă atât standardelor aplicabile cât si practicilor curente.

Carcasa tabloului de distribuție furnizează o protecție dualâ :

■ protecția aparatajului de comutație, aparatelor de măsură, releelor, siguranțelor, etc. împotriva impactului mecanic, vibrațiilor şi a celorlalte influențe externe a căror interferența ar afecta siguranța operațională (interferențe electromagnetice, praf, umezeală, paraziți, etc);

■ protecția personalului împotriva posibilului contact direct sau indirect (a se vedea gradele de protecție IP şi IK).

B. Tablouri de distribuție pentru locuințe

Tablourile de distribuție pentru locuințe servesc la asigurarea producție circuitelor electrice din clădirile de locuit, precum şi din clădirile sociale, birouri, etc.

Clasificare

După locul de instalare tablourile pot fi :

- Tablouri de branşament, care asigură racordarea clădirii la rețeaua de energie electrică şi protecție generală.
- Tablouri de firidă care asigură protecția mai multor apartamente.
- Tablouri de apartament care asigură distribuția şi protecția circuitelor din apartament

- 2. Tipuri constructive de tablouri de distribuție

Pentru alimentarea instalațiilor de alimentat din locuințe se folosesc tablouri de distribuție cu mască metalică sau din mase plastice.

Tablourile de distribuție cu mască sunt dimensionate pentru 4 elemente de siguranță, sau pentru 6 elemente de siguranță. În figura 3 sunt reprezentate două tablouri de distribuție cu capac metalic.

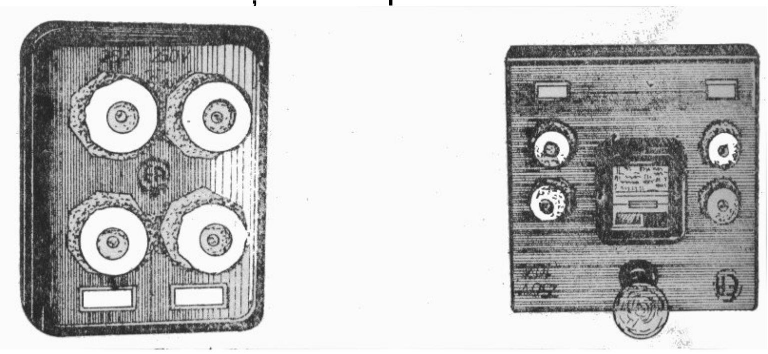


Figura 3 – Tablouri de distribuție pentru apartament (tip vechi)

Figura 4 – Tablouri de distribuție pentru apartament (tip nou, de la Moeller)

Pe lângă siguranțe ele mai pot conține un contor monofazat, un corp de iluminat, un clopot şi un transformator de sonerie.

Tablourie de firidă se execută din profile metalice şi cuprind siguranțe fuzibile. Ele se montează într-o firidă prevăzută cu o uşă metalică ce se poate deschide numai cu o cheie specială de către electricienii întreprinderii de distribuție a energiei electrice.

Locatarii au acces numai la tablourile din apartament, pentru înlocuirea patroanelor de siguranță arse în caz de defect în instalație sau suprasarcină.

C. Tablouri de distribuție pentru industrie

Pentru distribuția energiei electrice la consumatorii de putere mai mare din întreprinderile industriale se folosesc tablouri de distribuție protejate contra loviturilor mecanice, a prafului etc.

Din punct de vedere contructiv, tablourile de distribuție se clasifică în următoarele grupuri mari **:**

- Tablouri capsulate
- Tablouri deschise
- Dulapuri
- Tablouri debrosabile

- Tablourile capsulate constau dintr-o serie de cutii independente (Figura 5), echipate cu aparate sau elemente de distribuție şi legate între ele. Echiparea cu aparate a tablourilor capsulate este ma redusă decât a panourilor,

datorită spațiului mai restrâns, iar curentul nominal nu depăşeşte 630 A, maximum 1000 A.

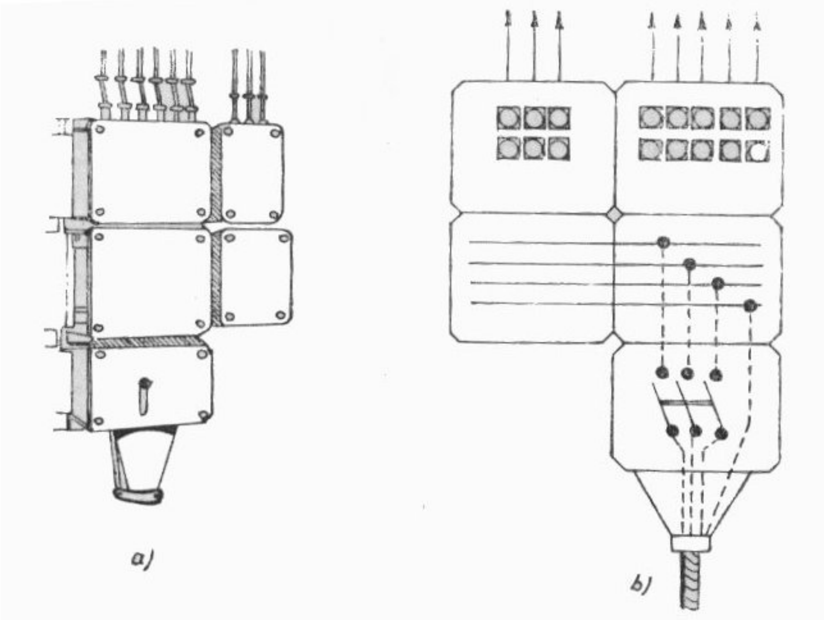
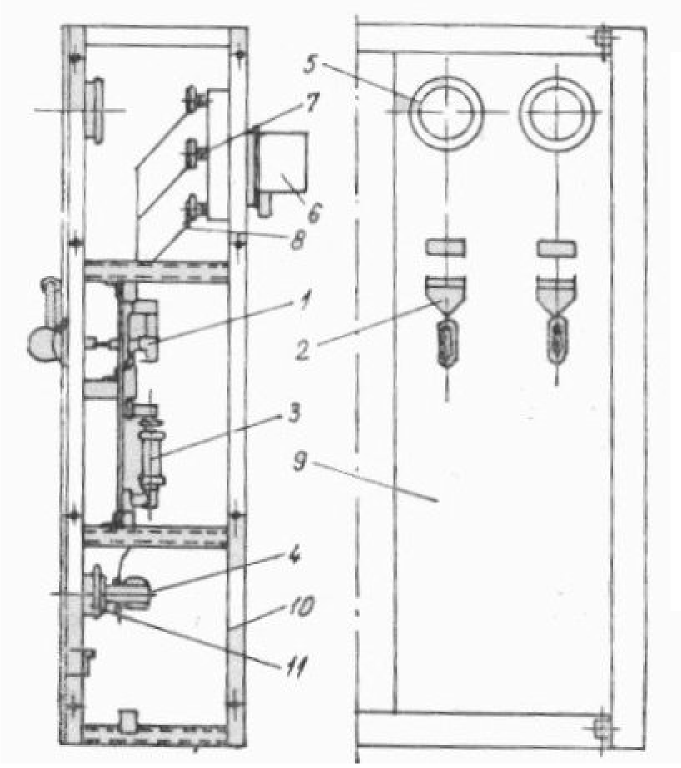


Figura 5 – Tablouri capsulate (a – vedere generală, b – componente)

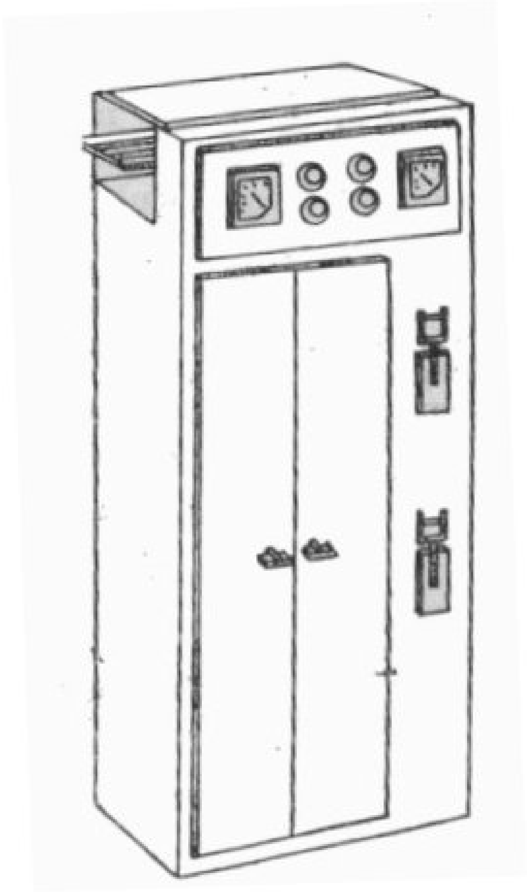
Tablourile deschise sunt alcătuite dintr-un schelet metalic, pe care sunt fixate foi din tablă de oțel. În partea frontală, unele tipuri sunt prevăzute cu uşi de acces, iar în spate sunt deschise (Figura 6).



1. Întreruptor cu pârghie
2. Dispozitiv de acționare al întreruptorului
3. Siguranță fuzibilă
4. Transformator de curent
5. Ampermetru
6. Contor
7. Izolator de susținere
8. Bare
9. Panou
10. Cadre
11. Suport

Figura 6 – Tablou deschis

Dulapurile (Figura 7) spre de tablourile deschise, sunt închise complet, fiind prevăzute cu uşi în faţă. Dulapurile şi panourile se asamblează între ele alăturat, în numărul cerut de schema electrică a instalaţiei. Montarea panourilor la locul de exploatare se face de obicei cu culoare în spate, pentru controlul aparatelor.



Tablourile debroşabile sunt constituite din dulapuri sub formă de unităţi tipizate în privinţa echipării cu aparataj electric, care se pot asambla alăturat.

Caracteristica acestor tablouri este faptul că sunt complet închise, aparatele, blocurile sau sertarele cu aparate fiind debroşabile şi montate în casete închise.

Avantajele unui astfel de tablou sunt **:**

- asigură separarea circuitelor;
- oferă protecţie personalului de deservire şi nu necesită scoaterea de sub tensiune a întregii instalaţii în timpul lucrului a unul dintre circuite;
- asigură depanarea rapidă prin înlocuirea sertarelor defecte;
- prezintă siguranţă în exploatare deoarece defectul produs la un circuit nu se poate extinde la circuitele vecine sau la bare, fapt care ar conduce la coaterea completă din funcţiune a instalaţiei;
- permite obţinerea de dimensiuni reduse.

Tablourile debroşabile de joasă tensiune au o echipare cu aparate mult mai completă decât tablourile capsulate, cuprinzând practic toate tipurile de aparate.

Aparatele mai mari, cum sunt întrerupătoarele automate se montează câte unul în fiecare sertar, în timp ce aparatele cu gabarit mai redus ca releele, contactoarele, siguranţele fuzibile, se montează grupate pe cicuite în acelaşi sertar.

În unele cazuri, tablourile debroşabile conţin şi transformatorul de putere împreună cu aparatajul aferent.

- Observaţii. Faţă de tablourile capsulate, tablourile deschise prezintă avantajul unui spaţiu interior mai mare, deci a posibilităţii de montare a aparatajului celui mai diferit şi a instalaţiilor electrice de mare putere.

Din echipamentul tablourilor deschise pot face parte **:** întrerupătoare automate, contactoare, separatoare, siguranţe fuzibile, întrerupătoare cu pârghie

şi pache, aparate de măsurat de orice tip, precum şi unele dispozitive speciale ca **:** redresoare, transformatoare, etc.

Tablourile deschise pot conține circuite cu curenți nominali mari, de ordinul kiloamperilor. Au însă următoarele dezavanaje față de panourile debroşabile :

- aparatele sunt montate fix. Orice înlocuire a unui aparat necesită demontarea vechiului aparat şi a legăturilor sale electrice, precum şi montarea completă a aparatului nou, ceea ce conduce la durate impotante de întrerupere a funcționării stației;
- lipsa pereților de separeu interiori poate duce, în caz de defecțiune, la avarii grave.

- Dintre condițiile impuse de Standarde, tablourilor de distribuție se menționează :

- Protecția împotriva atingerilor accidentale a părților sub tensiune trebuie să fie asigurată prin construcție. Pentru a se preveni pericolul de accidentare prin punerea la masă a unei faze, carcasele metalice se leagă la pământ. Se permite ca numai o singură cutie sau panou să fie legată la pământ. Se permite ca numai o singură cutie sau panou să fie legat le pământ, celelalte fiind legate electric cu acesta.

Siguranțele cu filet trebuie montate sub o placă izolată pentru a se elimina posibilitatea atingerii pieselor sub tensiune la schimbarea patroanelor.

- Construcția tablourilor capsulate şi a panourilor, trebuie să asigure o încălzire normală, la curentul nominal, a aparatelor ncluse.

Această condiție se îndeplineşte prin dimensionarea suficient de largă a cutiilor şi panourilor. Se admite, de asemenea, ca aparatele folosite să aibă curenți proprii mai mari decât curentul nominal al instalației, deci o reducere a curentului nominal al aparatelor.

- Construcția panourilor şi tablourilor trebuie să asigure capacitatea de rupere a aparatelor, prin prevederea unor spații suficiente, ca arcul electric de întrerupere să nu atingă părți sub tensiune sau părți metalice legate la pământ.

Separatoarele, care nu au capacitatea de rupere trebuie prevăzute cu un dispozitiv de blocaj, care să împiedice deschiderea lor atât timp cât întrerupătorul principal al circuitului de alimentare este deschis.

- Izolația tablourilor şi panourilor între faze sau între părțile aflate sub tensiune şi masă trebuie să fie suficintă, chiar şi în condiții de umiditate mărită, pentru a rezista supratensiunilor accidentale, fără a se produce străpungeri sau scurgeri de curent la suprafață sau prin interiorul materialelor izolante.
- La panourile debroşabile trebuie acordată o atenție deosebită realizării unor contacte sigure între părțile fizice ale panourilor şi cele debroşabile.

Domeniul de utilizare a diferitelor tipuri de tablouri de comandă şi distribuție depinde de tipul constructiv al tabloului, de echiparea sau în cazul tablourilor tipizate, de gradul de automatizare al instalației în care se montează etc.

În instalațiile electrice industriale şi în alte instalații similare cu grad de automatizare redus se utilizează tablouri capsulate sau panouri deschise.

Tablourile capsulate sunt folosite obligatoriu în instalațiile în care se cere protecție împotriva agenților esterni : în exteriorul clădirilor, în turnătorii, în instalații chimice.

Pentru utilizarea în medii explozive (de exemplu, în industria petrolului) se folosesc variante speciale protejate împotriva exploziilor. În acest caz cutiile se execută din materiale turnate, ca fontă sau aliaje de aluminiu, cu rezistență mărită la acțiunea mediului extern şi presiune, în timp ce pentru instalții interioare în mediul normal se utilează construcții mai uşoare din tablă sau materiale plastice.

În execuția instalațiilor electrice centrale şi în întreprinderi industriale se utilizează curent panouri deschise şi dulapuri.

În instalațiile electrice moderne din centrale electrice, stații şi întreprinderi industriale cu grad înaintat de automatizare, panourile deschise sunt înlocuite cu panouri debroşabile.

Procesele tehnologice moderne impun alimentarea continuă cu energie electrică. O scurtă întrerupere a alimentării poate provoca pagube economice importante. Panourile debroşabile corespund acetei cerințe, deoarece permit înlocuirea rapidă a elementului defect, fără scoaterea de sub tensiune a întregii instalații.

Două tehnologii pentru tablourile de distribuție

Tablourile de distribuție tradiționale

Aparatele de comutație şi siguranțele fuzibile sunt localizate în mod normal pe un şasiu din interiorul carcasei. Dispozitivele indicatoare şi de control (aparate de mâsurâ, lămpi, butoane, etc.) sunt montate pe partea din fața a tabloului. Amplasarea componentelor în carcasa cere un studiu amănunțit, luând în considerare dimensiunile fiecărui echipament, conexiunile necesare şi spațiul afi pentru a asigura securitatea şi funcționarea corectă.

Tablourile de distribuție funcționale

Dedicate funcțiunilor specifice, soluțiile sunt bazate pe folosirea modulelor funcționale, care includ aparate de comutație şi dispozitive specifice, împreuna cu accesorii de montaj şi de conexiuni. Proiectarea unui tablou se poate face rapid, deoarece este suficient sa se reunească modulele necesare, prevăzând spații în 1 plus pentru elemente care vor fi montate ulterior, în caz de nevoie. Folosind aceste | componente prefabricate, asamblarea tabloului se simplifica substanțial asigurând»} acelaşi timp o siguranța deosebita şi o mare capacitate de adaptare la schimbări de ultim moment sau la schimbări ulterioare

Funcțiile unui tablou de distribuție, dintr-un punct de transformare

- asigură întreruperea circuitului electric şi protejează transformatorul în cazul unor defecte sau suprasarcini ce pot apărea în rețeaua de joasă tensiune sau de iluminat public. Aceasta se realizează cu un întreruptor automat debroşabil sau fix. În cazul utilizării unui întreruptor automat fix, se montează şi un separator pentru a face vizibilă întreruperea circuitului în timpul intervențiilor în tablou;
- asigură întreruperea în caz de defect pe fiecare fază a circuitului electric pe plecările de joasă tensiune şi a iluminatului public, prin arderea siguranțelor şi asigură separarea vizibilă pentru protecția personalului de exploatare, prin scoaterea siguranțelor fuzibile;
- asigură alimentarea cu energie electrica a iluminatului public pe timp de noapte, acționarea făcându-se manual sau automat.

D. Măsuri specifice de protecție a muncii

Accidentele mortale prin electrocutare, reprezintă anual circa 10 % din totalul accidentelor. Pe baza unei analize a accidentelor mortale prin lectrocutare pe o durată de 10 ani s-a constatat că 33,3% s-au produs în rețelele de joasă tensiune şi 36,7 % în rețelele de înaltă tensiune. În ceea ce priveşte modul de accidentare, a rezultat că 73,2 % dintre accidente au avut loc prin atingere directă şi 26,8 % prin atingere indirectă. Mai interesant este faptul că electricienii, cărora la revine sarcina să asigure protecția lor şi a celorlalți muncitori, reprezintă aproape 44 % din numărul total al accidentaților.

La utilajele şi aparatele mobile, accidentele prin electrocutare reprezintă 31,22 % din totalul accidentelor, din care 16,5 % s-au produs prin atingere indirectă la joasă tensiune. Majoritatea accidentelor la utilajele mobile, au avut loc datorită instalațiilor electrice executate necorespunzător şi nerespectării măsu- rilor elementare de protecție a muncii. Trebuie menționat că dintre accidentele care au avut loc la transformatoarele de sudură, 50 % s-au produs la tensiunea secundară de mers în gol, cele mai multe fiind la atingerea electrodului de sudură.

Varietatea mare a utilajelor electrice folosite pe şantierele de construcții, caracterul mobil al unui mare număr de utilaje electrice şi solicitarea mecanică a acestora, fac ca acestea să se defecteze des, existând posibilitatea apariției unor pericole de electrocutare dacă nu se iau la timp măsurile de remediere a defectelor. Statistica accidentelor prin electrocutare pe o perioadă de 5 ani, a arătat că din totalul accidentelor, peste 24 % au fost înregistrate pe diferite şantiere. O cauză principală a acestor accidente s-a datorat folosirii unor instalații de protecție necorespunzătoare, executate improvizat.

Sistemul principal de protecție cel mai răspândit în prezent pentru utilajele mobile existente pe şantiere este legarea la pământ a carcaselor metalice, folosind o priză de pământ construită dintr-un singur electrod sau doi electrozi. Dacă se ține seama de rezistența conductorilor de legătură la

utilaj, este necesar ca priza de pământ propriu-zisă să aibă rezistența de trecere sub 3 Ω, lucru imposibil de realizat numai cu 2 electrozi. Electrocutările care au avut loc la utilajele mobile de pe şantiere, confirmă nerealizarea protecției corespunză- toare la atingerea indirectă.

Analizând combaterea pericolului de electrocutare la echipamentele mobile alimentate din rețelele de tip TN se desprinde concluzia că rețeaua de tip TN este definită prin aceea că neutrul sursei de tensiune este legat direct la pământ, iar carcasa echipamentului este legată la nul. Acest tip de rețea poate fi de 3 feluri: TN-S, TN-C-S şi TN-C. Din fig. 10 se observă că cele două conductoare N şi PE sunt separate chiar de la sursa de tensiune.

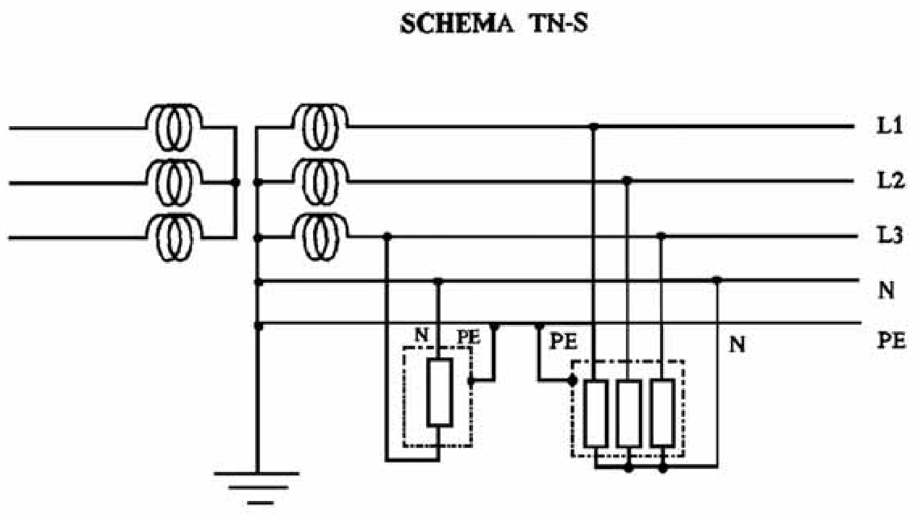


Figura 10

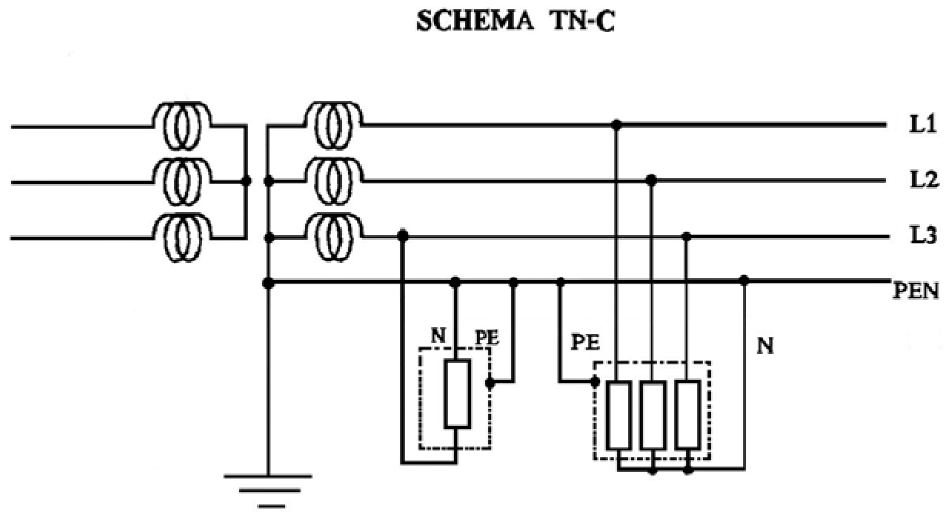


Figura 11

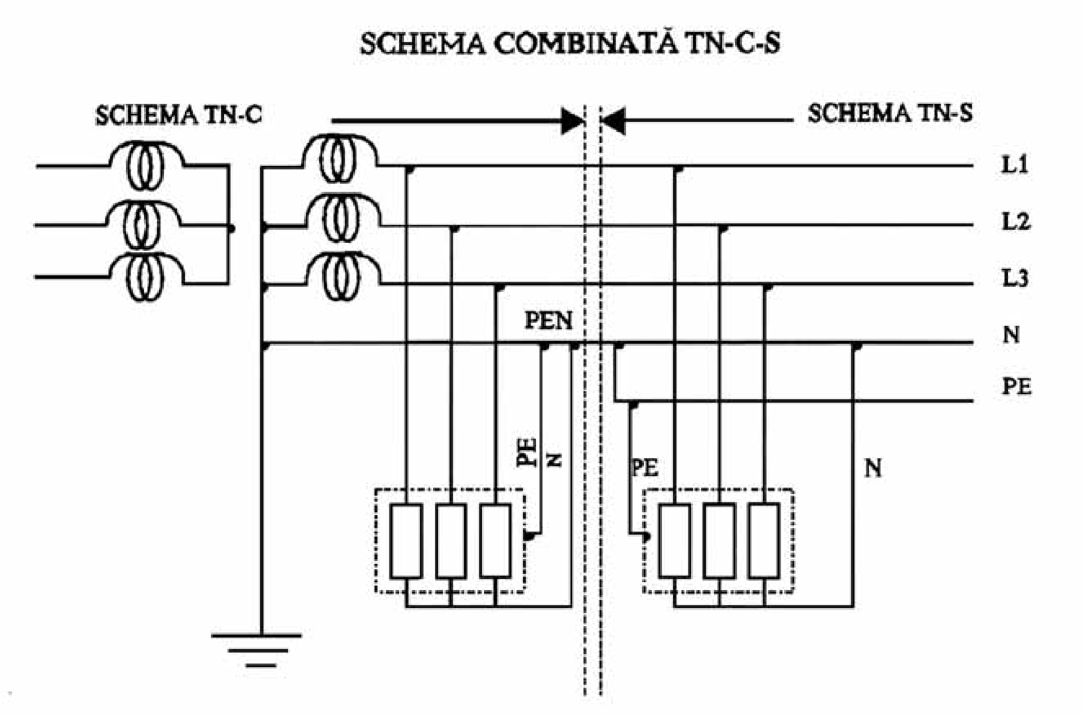


Figura 12

Normele de protecția muncii în vigoare obligă această separare începând de la ultimul tablou de distribuție în sensul alimentării consumatorilor, respectiv se prevede o legătură la pământ în punctul de la ramificare. În fig. 11 conductoarele N si PE sînt întrunite în unul singur PEN, chiar de la sursa de tensiune.

Rețelele de tip TN, conform normelor noastre se aplică numai în cazurile la joasă tensiune, respectiv tensiunea de fază a echipamentelor să nu depăşească 250 V.

Pentru a şti cum trebuie combătut pericolul de electrocutare prin atingere indirectă, trebuie să se cunoască ce se întâmplă la un defect care pune sub tensiune carcasa echipamentului.

La apariția unui curent pe conductorul PE de protecție se produce o tensiune de atingere la carcasa echipamentului. Valoarea acestei tensiuni de atingere depinde de tensiunea de fază şi de raportul dintre secțiunea conductorului PE şi secțiunea conductorului de fază L_1, L_2, L_3.

Normele impun ca secțiunea conductorului PE să nu fie sub 1/2 din secțiunea conductorului de fază În acest caz tensiunea de atingere U_a va fi de 2/3 x U_f/3 respectiv o tensiune destul de ridicată. În aceasta situație, este obligatoriu ca protecția maximală de curent (siguranțe fuzibile sau întrerupătoare) să declanşeze într-un timp cât se poate de scurt. Tensiunea de atingere care ia naştere pe conductorul PE în caz de defect se mai poate diminua şi printr-o legare corectă a sa la pământ. Normele prevăd ca legarea la pământ a conductorului PE să se facă în mai multe puncte.

Dacă se realizează două legături la pământ ale conductorului PE prin prize de pământ egale ca valoare, făcând calculul tensiunii de atingere în aceste condiții se constată obținerea unei valori de 1/4 din tensiunea de fază a rețelei.

Prin legarea repetată a conductorului de protecție la pământ se mai realizează următoarele :

- menținerea tensiunilor între conductoarele de fază "sănătoase" şi pământ sub anumite valori prescrise;
- asigurarea unei protecții corespunzătoare chiar în cazul întreruperii de protecție a conductorului PE, în amonte de ultima legare la pământ.

În multe situații întîlnite în practică, rețelele de tip TN nu îndeplinesc condiția de deconectare a protecției maximale de curent în caz de scurt circuit monofazat. Acest lucru se întâmplă din următoarele motive principale :

- proiectanții nu verifică rețelele la această condiție;
- extinderea rețelelor se face neținând seama de faptul că există posibilitatea înrăutățirii condițiilor de deconectare;
- electricienii supradimensionează în mod voit siguranțele fuzibile

La utilajele şi echipamentele electrice mobile se foloseşte ca protecție principală împotriva atingerilor indirecte una din următoarele protecții :

- carcasare de protecție, care are ca scop atât evitarea atingerilor directe, cât şi a producerii arsurilor;
- amplasări la înălțimi inaccesibile şi îngrădiri care să nu permită trecerea persoanelor spre elementele aflate sub tensiune;
- protecția prin legare la nul şi protecția prin legare la pământ, respectiv separarea de protecție.

La echipamentele electrice portative, în afară de protecția indicată, se foloseşte ca protecție principală una din următoarele
protecții:

- asigurarea unei tensiuni reduse pentru alimentarea echipa- mentului electric portativ;
- izolarea suplimentară de protecție aplicată echipamentului. Pentru asigurarea securității depline a omului, este obligatoriu a
se adopta simultan şi o protecție suplimentară (protecția prin legare la
pământ, izolarea amplasamentelor muncitorilor, egalizarea sau dirijarea potențialelor, deconectarea automată în cazul apariției unui defect, respectiv folosirea mijloacelor de protecție individuală).

La uneltele electrice portative, în cazul când se folosesc tensiuni mai mari de 24 V, este obligatorie folosirea mijloacelor de protecție individuale izolante şi izolarea amplasamentului.

Utilaje şi instalații (echipamente) mobile alimentate din rețelele de joasă tensiune cu neutrul legat direct la pământ

Pentru aceste utilaje se va adopta ca protecție principală legarea la nul, iar ca protecție suplimentară, instalația de legare la pământ (fig. 2). Pentru a se asigura securitatea deplină este necesar ca instalația de protecție

împotriva atingerilor indirecte să fie verificată prin calcul sub aspectul eficacităţii.

Tensiunea de atingere realizată de instalaţia de legare la pământ de protecţie, depinde de raportul dintre valoarea prizei de pământ de protecţie R_p şi a prizei de exploatare R_e. Deci nu este suficient să avem o rezistenţă de pământ de protecţie R_p sub 4 Ω, ci trebuie ca din calcul să rezulte eficacitatea protecţiei.

Nu se admite ca o parte din instalaţii sau echipamemente electrice să se lege la nul, iar cealaltă parte să se lege la pământ, deoarece în situaţia străpungerii izolaţiei unui utilaj electric legat la pământ, pe carcasa instalaţiilor sau echipamentelor electrice legate la nul apare o tensiune de atingere periculoasă.

Este interzis a se lega carcasa instalaţiilor sau echipamentelor electrice la priza de pământ de exploatare, deoarece în această situaţie, la apariţia unui curent de defect, pe priză există o tensiune periculoasă. De asemenea, este interzis a se atinge de către personal priza de exploatare de la transformatoare sau generatoare, respectiv conductorul de legare a acestora. Este necesar să se verifice periodic vizual şi prin măsurători, conform normelor de securitatea muncii, starea legăturilor la prizele de pământ a utilajelor şi echipamentelor.

În ceea ce priveşte racordarea utilajelor mobile la instalaţia de protecţie împotriva atingerilor indirecte, în funcţie de condiţiile specifice existente se vor respecta următoarele **:**

- reţeaua conductoarelor de nul se va lega la pământ la extremităţi la ramificaţii şi pe traseu la 200 m, iar valoarea rezistenţei de dispersie a prizelor nu va depăşi 10 Ω, astfel ca rezistenţa întregii instalaţii de legare la pământ va fi de cel mult 4 Ω, atunci când conductorul de nul este chiar întrerupt de la sursa de alimentare;
- carcasele metalice ale tablourilor electrice de distribuţie se vor lega la o instalaţie generală de protecţie a cărei rezistenţă de dispersie nu va depăşi 4 Ω;
- conductorul suplimentar de protecţie de la carcasă în exteriorul utilajului va avea o secţiune minimă de 25 mm^2 pentru conductoarele de cupru sau 70 mm^2 pentru conductoarele de oţel. Dacă conductorul suplimentar de protecţie dintre tabloul electric şi receptor este instalat protejat prin îngropare sau în tuburi de protecţie, secţiunea minimă a acestuia va fi de cel puţin 10 mm^2 cupru sau 50 mm^2 oţel;
- când în zona de lucru a utilajului există construcţii metalice în contact cu pământul ca de exemplu: conducte de apă, construcţii metalice, construcţii din beton armat, care constituie prize de pământ naturale, acestea se pot folosi drept prize pentru legarea la pământ a reţelei de nul, cât şi pentru legarea suplimentară de protecţie a utilajelor şi tablourilor electrice
- dacă mai multe utilaje electrice funcţionează grupate pe acelaşi loc, ca măsură suplimentară de protecţie se va aplica legarea carcaselor utilajelor între ele cu un conductor sau platbandă de 70 mm^2 oţel;
- pe şantiere legătura echipamentelor se face astfel: legătura de la reţeaua generală de protecţie la tabloul de distribuţie se execută printr-un singur

conductor, iar de la tabloul de distribuție la utilaj, prin două conductoare legate la puncte diferite ale carcasei metalice. Legătura dublă este necesară pentru evitarea a două categorii de defecte care au cauzat accidente şi anume **:**

- întreruperea unei legături la carcasa utilajelor;
- inversarea rolului conductoarelor de fază şi de protecție.

Rețelele electrice izolate față de pământ

Se va prevedea protecția pentru semnalizarea punerilor simple la pământ şi protecția pentru deconectarea automată în cazul unei puneri duble la pământ.

Valorile tensiunilor de atingere şi de pas maxim admise sunt în funcție de timpul de deconectare şi de categoria instalației sau echipamentului aflat în zona de circulație frecventă sau redusă.

Rețele electrice legate la pământ

Se vor prevedea protecții care să deconecteze rapid (într-un timp mai mic sau cel mult egal cu 3 secunde) sectorul respectiv în cazul apariției unui scurtcircuit monofazat (punere la pământ).

Indiferent de rezultatele calculelor, rezistențele de scurgere la pământ nu vor fi mai mari decât următoarele valori **:**

- pentru rețelele cu neutrul izolat maxim 10 Ω;
- pentru rețelele legate la pământ cu neutrul de înaltă tensiune maxim 0,5 Ω.

Verificarea instalațiilor de protecție împotriva atingerilor indirecte

Măsurarea rezistenței de dispersie a prizelor de pământ şi a tensiunii de atingere şi de pas se efectuează după cum urmează **:**

- la recepție în vederea punerii în funcțiune;
- când se aduc modificări sau se constată defecțiuni;
- când se cere în mod expres de organele abilitate;
- la efectuarea de măsurători periodice cerute de normele de protecția muncii în vigoare.

Procesul tehnologic pentru confecționarea şi echiparea tablourilor electrice impune ca atât cei care conduc procesul de protecție cât şi cei din atelier să respecte următoarele reguli de protecție a muncii :

- Spațiile de lucru să nu fie aglomerate de materiale sau utilaje;
- Lângă mesele de lucru sau în jurul tablourilor (dulapurilor) să se creeze spațiul necesar desfăşurării procesului de producție, fără pericol de accidentare;

- Muncitorii să fie echipați cu haine de protecție necesare operațiilor tehnologice pe care le execută (mănuşi, şorțuri, ochelari de protecție etc.);
- Să se verifice permanent starea sculelor şi utilajelor în special a maşinilor de găurit electrice. Cablul de alimentare să nu fie deteriorat, conductorul de împământare să fie corect legat şi să nu prezinte uzură mecanică;
- Pe şantier, la montare, să se folosească casca de protecție;
- Pentru iluminarea spațiului de lucru la şantier să se folosească sursa de energie de 12 – 14 V;
- Distanța dintre un tablou şi un utilajul cel mai apropiat să fie mai mare de un metru.

Capitolul 2

Breviar tehnic

- Măsuri de protecție împotriva şocului electric
- Tipuri de conexiuni pentru motoare trifazate
- Conexiunile Stea (Y) şi Triunghi (Δ)
- Conexiuni pentru motoare trifazate cu 2 şi cu 3 viteze

Capitolul 2.1.
<u>Măsuri de protecție împotriva şocului electric</u>

<u>Protecția împotriva atingerii directe</u> se referă la toate măsurile pentru protecția personalului şi a animalelor împotriva pericolelor ce decurg din atingerea părților active ale echipamentelor electrice.

Măsuri de protecție împotriva atingerii directe **:**
- Protecție prin izolare părți active
- Protecție prin acoperire şi încapsulare
- Protecție prin obstacole
- Protecție prin distanțare

<u>Protecția împotriva atingerii indirecte</u> se referă la protecția personalului şi a animalelor împotriva pericolelor ce decurg din atingerea accidentală a părților conductoare accesibile ale echipamentelor.

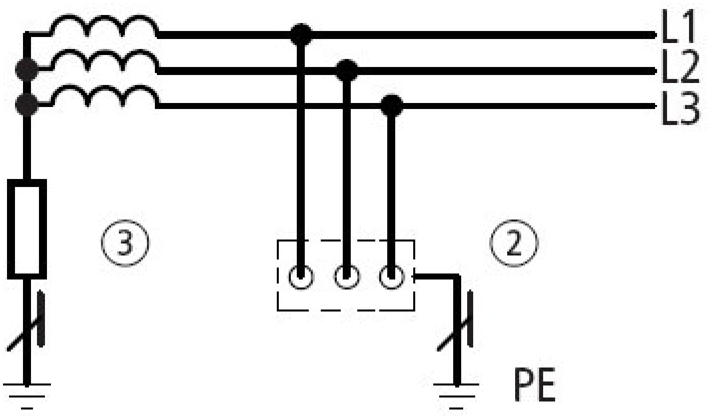
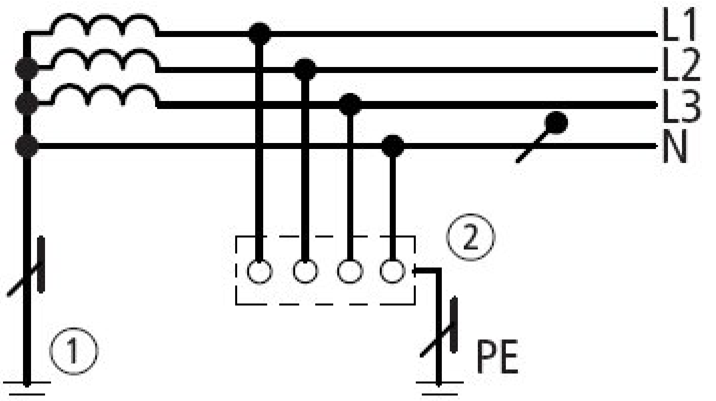
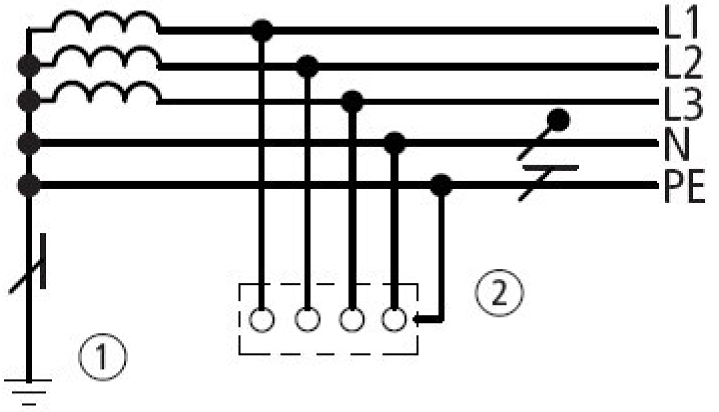
Măsuri de protecție împotriva atingerii indirecte **:**
- Protecție prin deconectare automată a sursei
- Izolare de protecție
- Protecție prin spații neconductoare
- Protecție prin egalizarea locală a potențialelor fără legare la pământ
- Separare (izolare) de protecție

<u>**Protecția** atât **împotriva atingerii directe** cât şi **împotriva atingerii indirecte**</u> se referă la toate măsurile pentru protecția personalului şi a animalelor împotriva pericolelor ce decurg atât prin atingerea directă cât şi prin atingerea indirectă.

- Protecție prin utilizarea tensiunii reduse (SELV şi PELV – de aflat **<u>???</u>**)

Dispozitivul de protecție trebuie să deconecteze automat partea defectă a instalației. În nici un punct al instalației nu trebuie să apară o tensiune de atingere cu o durată de acționare mai mare decât valorile din tabelul de mai jos. Valoarea limită acceptată internațional pentru tensiunea de atingere, la o durată maximă de deconectare de 5 secunde este de 50 V c.a. sau 120 V c.c.

Tensiunea de atingere prezumată		Durata de acționare maxim admisă [s]
c.a. ef [V]	c.c. ef [V]	
50	120	5,00
75	140	1,00
90	160	0,50
110	175	0,20
150	200	0,10
220	250	0,05
280	310	0,03

<table>
<tr><th>Semnificația simbolurilor</th><th>Schema de legare la pământ</th></tr>
<tr><td>I: Izolarea tuturor părților active față de pământ sau legarea la pământ printr-o impedanță
T: Masele se leagă direct la pământ, independent de legarea la pământ a unui punct al alimentării (împământarea sistemului)
Număr conductoare : 3</td><td>Sistem IT

</td></tr>
<tr><td>T : Legare directă la pământ a unui punct (împământarea sistemului)
T : Masele se leagă direct la pământ, independent de legarea la pământ a unui punct al alimentării (împământarea sistemului)
Număr conductoare : 4</td><td>Sistem TT

</td></tr>
<tr><td>T : Legare directă la pământ a unui punct (împământarea sistemului)
N : Masele se leagă direct la punctul de alimentare legat la pamânt (împământarea sistemului)
Număr conductoare : 5</td><td>Sistem TN

</td></tr>
<tr><td>1 – Împământarea sistemului
2 – Masă
3 – Impedanță</td><td>L1, L2, L3 – Faze
N – Nul
PE – Împământare electrică</td></tr>
</table>

Capitolul 2.2.
Tipuri de conexiuni pentru motoare de curent alternativ trifazate

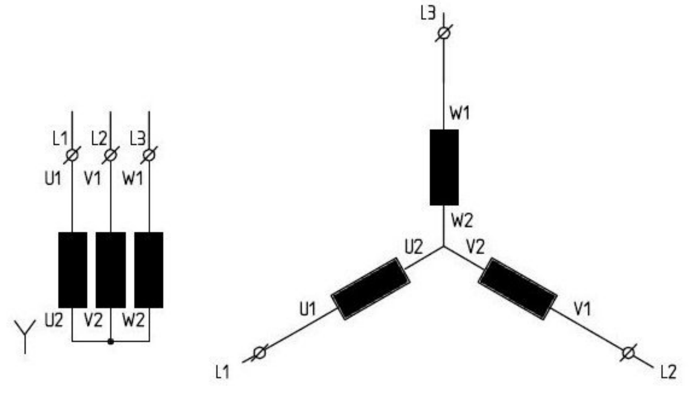
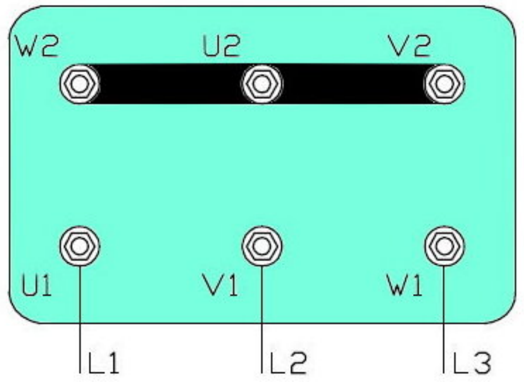
În funcție de tipul motorului de curent alternativ, adică cu una, două, trei sau patru viteze şi în funcție de puterea motorului, se folosesc diferite tipuri de conexiuni. Cele mai folosite motoare de curent alternativ sunt cele cu o singură viteză. Pentru pornirea acestora se folosesc de obicei conexiunile Stea (Y = Star) şi Triunghi (Δ = Delta). În funcție de ce se urmăreşte se folosesc variante ale acestor conexiuni şi pentru motoarele asincrone cu două, trei sau patru viteze.

Puterea motorului	Conexiune	Invertoare
0,18 – 3,00 Kw	Stea	Stea
4,00 – 5,50 Kw	Triunghi	Triunghi
7,50 – 90,00 Kw	Stea / Triunghi	Triunghi

Viteza unui motor asincron trifazat este direct proporțională cu frecvența şi invers proporțională cu numărul de poli din stator, conform tabelului de mai jos :

	Număr de poli						
Frecvența	2	4	6	8	10	12	16
50 Hz	3.000	1.500	1.000	750	600	500	375
60 Hz	3.600	1.800	1.200	900	720	600	540
100 Hz	6.000	3.000	2.000	1.500	1.200	1.000	750

Conexiunea STEA (STAR) Y

Reprezentare în schemă	Placa de borne
	

Conexiunea TRIUNGHI (DELTA) Δ

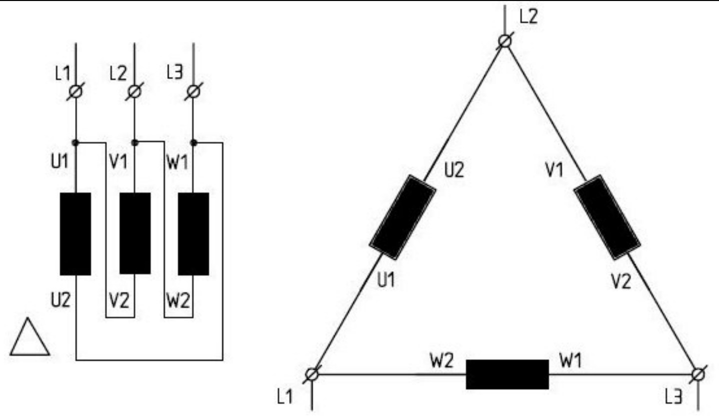
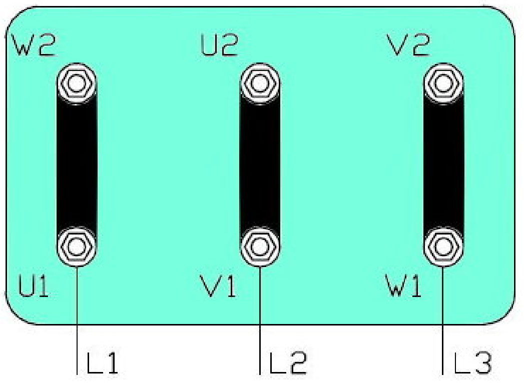
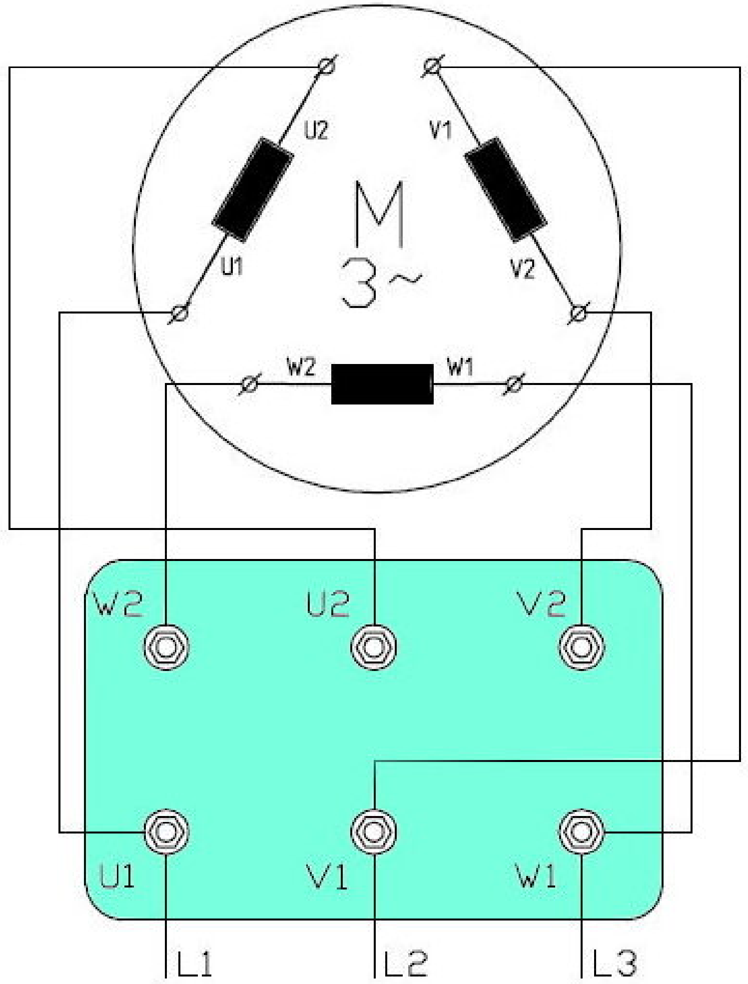
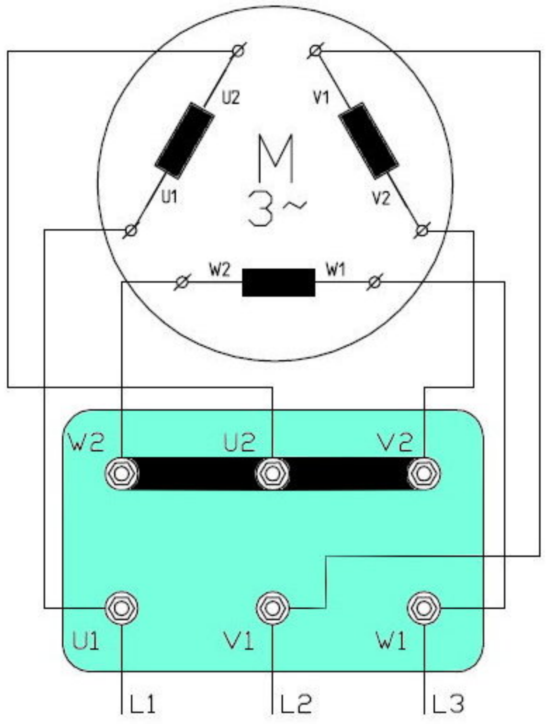
Reprezentare în schemă	Placa de borne
	

Figura 2.1

Conectarea bobinelor la placa de borne



Conexiunea STEA (STAR) Y



Conexiunea TRIUNGHI (DELTA) Δ

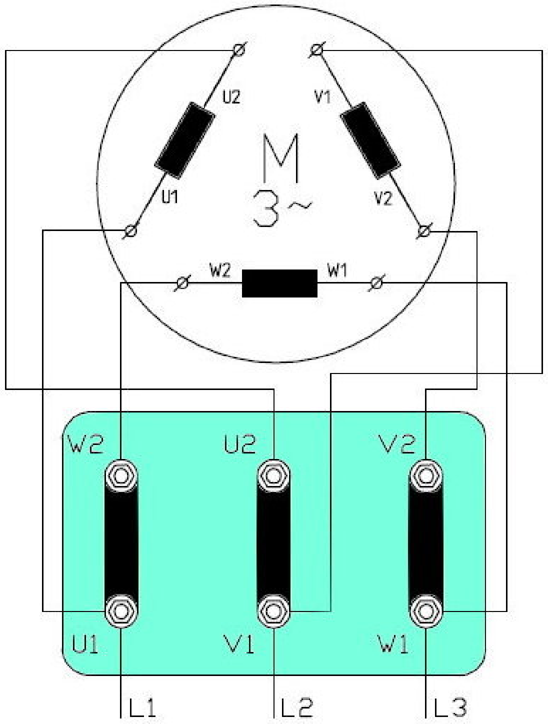


Figura 2.2

Diversele variante ale schemei Dahlander determină raporturi diferite între puterile corespunzătoare pentru cele două turații.

Tipul schemei	Δ / YY	Y / YY
Raportul puterilor	1 / 1,5 – 1,8	0,3 / 1

Schema Δ/YY satisface cel mai bine cerințele de cuplu constant (winch-uri). Această schemă prezintă avantajul că motorul poate fi pornit lent sau cu reducerea curentului de pornire.

Schema Y/YY este bine să fie folosită pentru adaptarea motorului cu maşini cu creştere pătratică a cuplului (pompe, ventilatoare, compresoare rotative).

Două turații – înfăşurări separate

Motoarele cu înfăşurări separate admit teoretic orice combinații de turații şi orice raport al puterilor. Cele două înfăşurări separate sunt conectate în STEA sau în TRIUNGHI şi sunt complet independente una de alta.

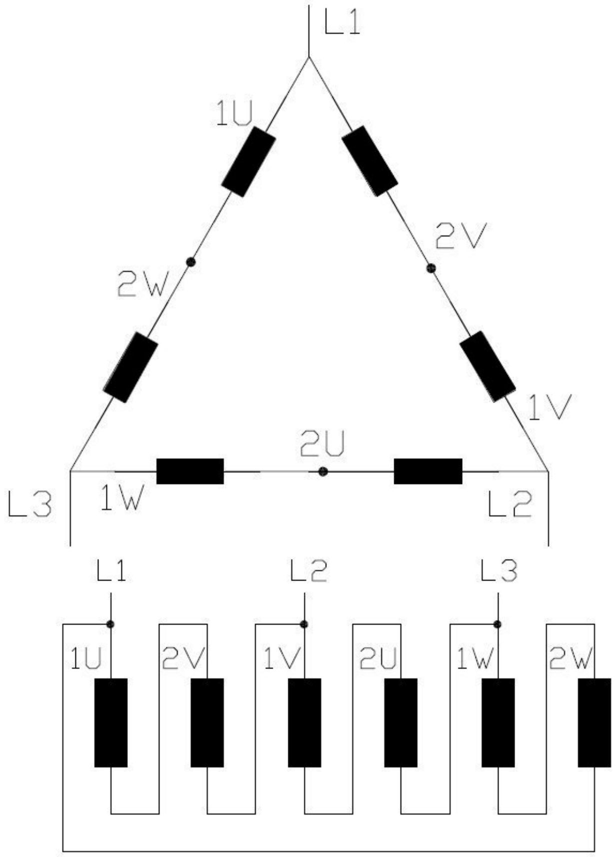
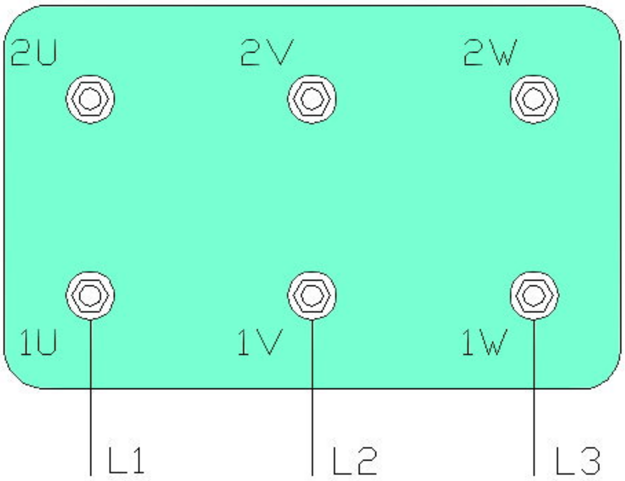
Combinațiile preferate de turații sunt următoarele **:**

Motoare în schemă Dahlander	1.500 / 3.000	–	750 / 1.500	500 / 1.000
Motoare cu înfăşurări separate	–	1.000 / 1.500	–	–
Număr de poli	4 / 2	6 / 4	8 / 4	12 / 6
Numere de cod Joasă/Ridicată	1 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 2

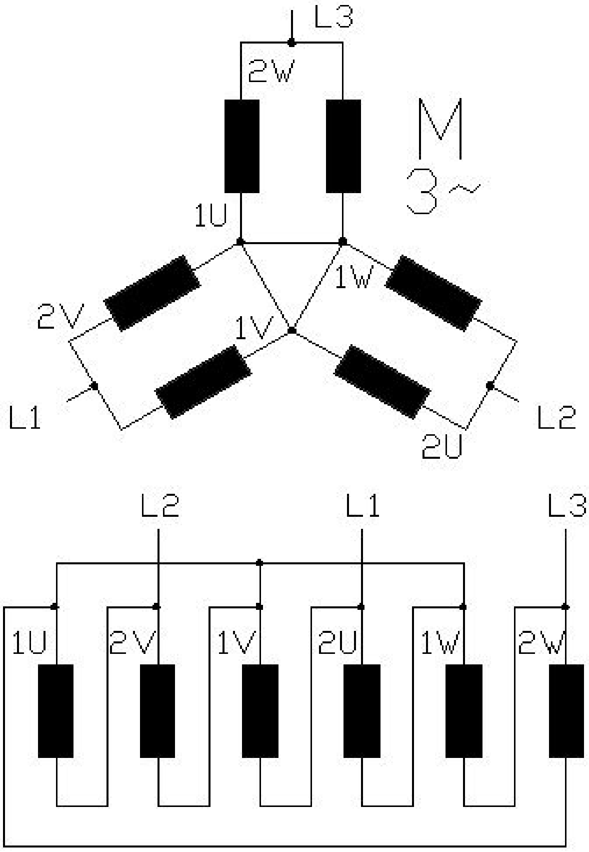
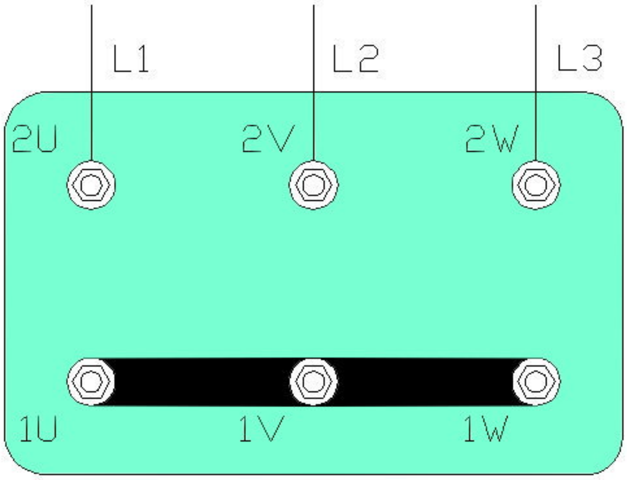
Numerele de cod se trec ca prefixe ale notațiilor cu litere, în sensul creşterii turației. Exemplu **:** 1U, 1V, 1W, 2U, 2V, 2W

Conexiunea DAHLANDER – 2 viteze (Δ/YY)

Conexiunea TRIUNGHI Δ – viteză mică

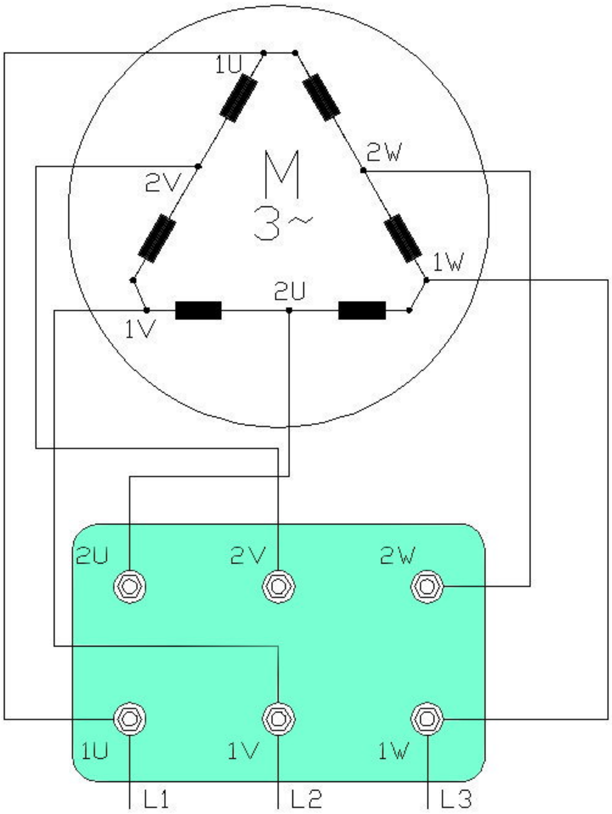
Reprezentare în schemă	Placa de borne
	

Conexiunea STEA DUBLĂ YY – viteză mare

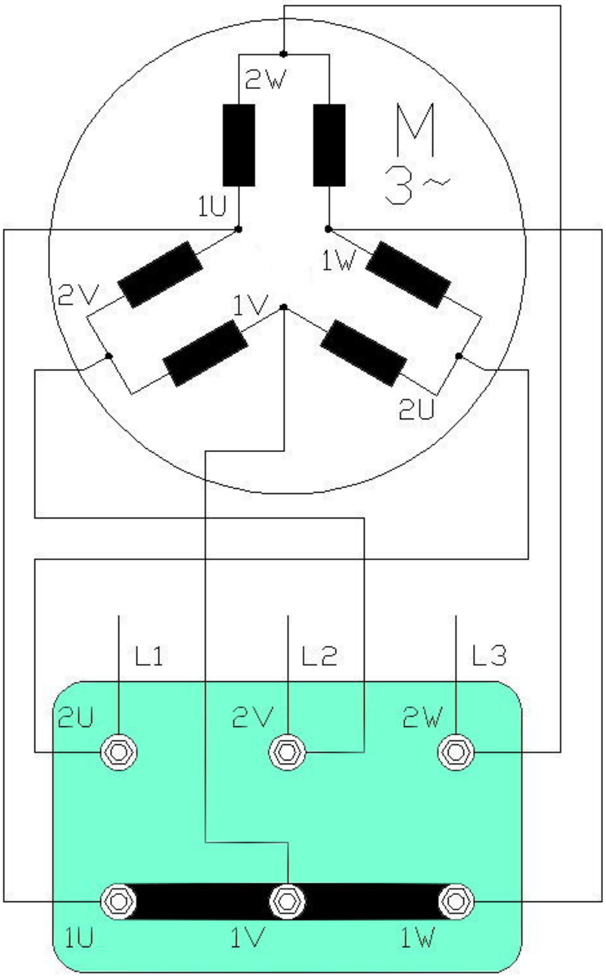
Reprezentare în schemă	Placa de borne
	

Conectarea bobinelor la placa de borne

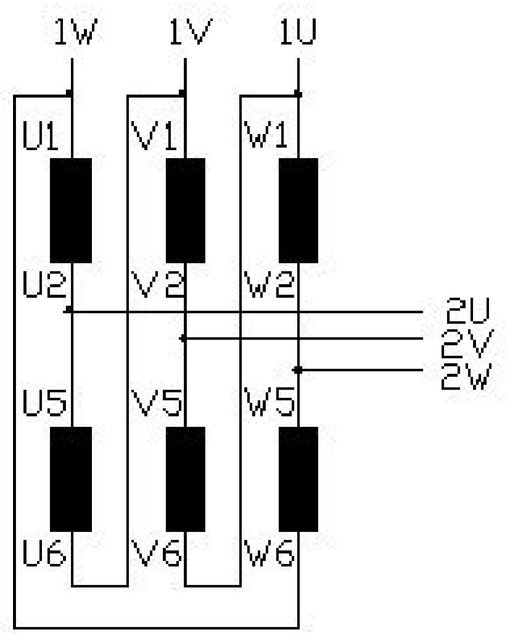
Conexiunea TRIUNGHI Δ – viteză mică



Conexiunea STEA DUBLĂ YY – viteză mare



Observăm că legătura internă între bobine este aceiaşi. Diferă doar bornele la care se alimentează motorul. O reprezentare în schemă mai elegantă este cea de mai jos. Schema este realizată atât pe verticală cât şi pe orizontală. Schemele fiind echivalente, inginerul proiectant poate alege una dintre ele în funcție de spațiul de care dispune în plan.



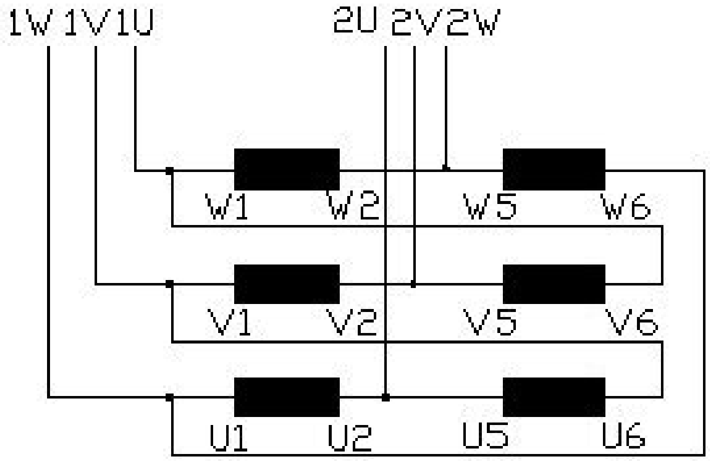


Figura 2.1

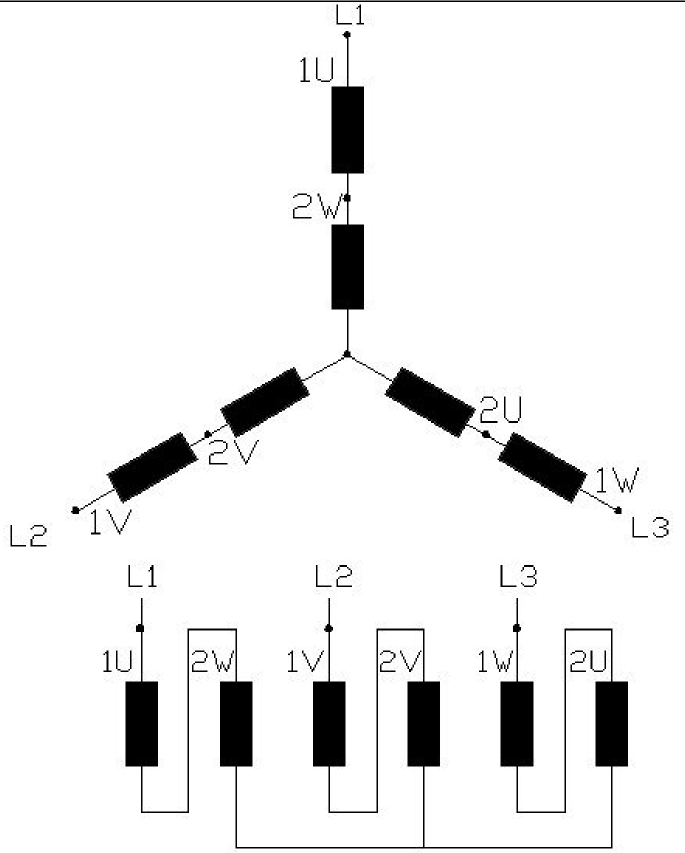
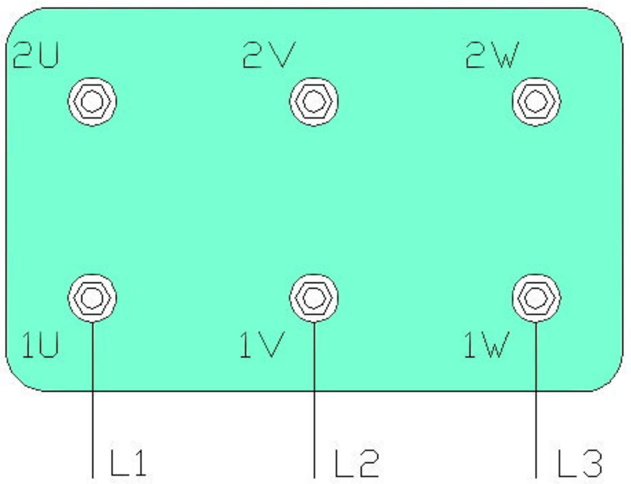
Pentru viteză mică alimentăm motorul în conexiune TRIUNGHI (Δ) la bornele 1U, 1V, 1W. Bornele 2U, 2V, 2W rămân nealimentate.

Pentru viteză mare alimentăm motorul în conexiune STEA DUBLĂ (YY) la bornele 2U, 2V, 2W. Bornele 1U, 1V, 1W se conectează în conexiune STEA care se realizează prin intermediul unui contactor care are ieşirea în scurt circuit.

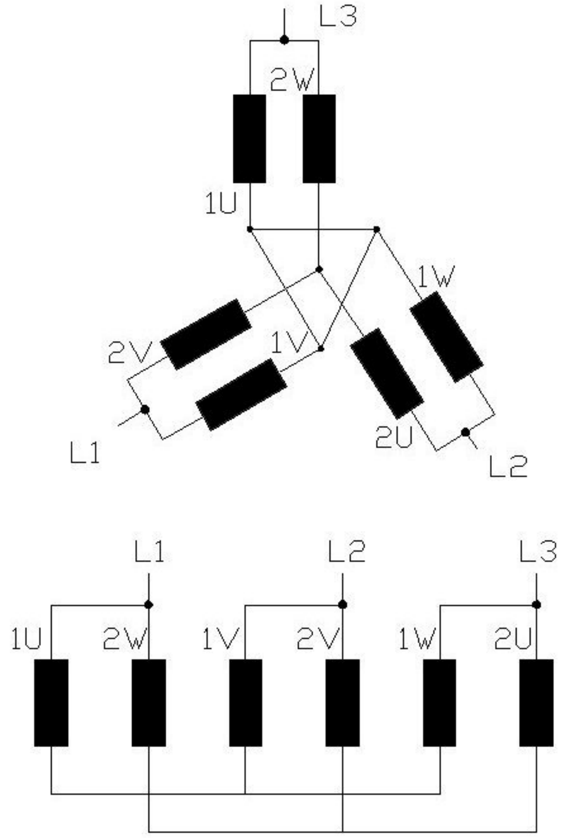
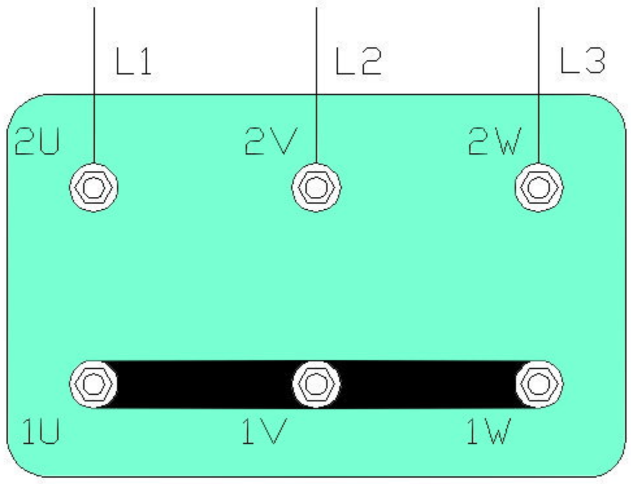
În schemă, capetele bobinelor U1, U2, U5, U6, V1, V2, V5, V6, W1, W2, W5, W6 nu se reprezintă. Eu le-am reprezentat în figura 2.1 pentru ca cititorul să înțeleagă schema mai uşor şi mai bine.

Conexiunea DAHLANDER – 2 viteze (Y/YY)

Conexiunea STEA Y – viteză mică

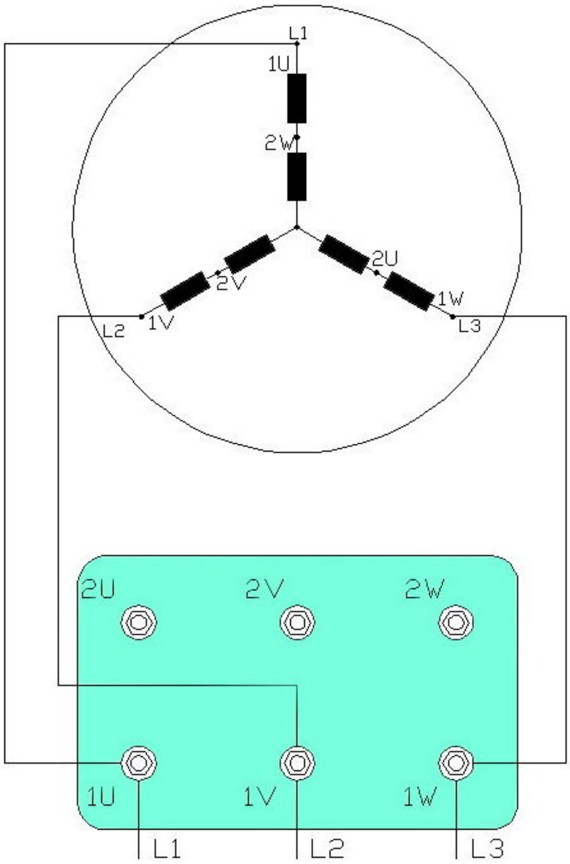
Reprezentare în schemă	Placa de borne
	

Conexiunea STEA DUBLĂ YY – viteză mare

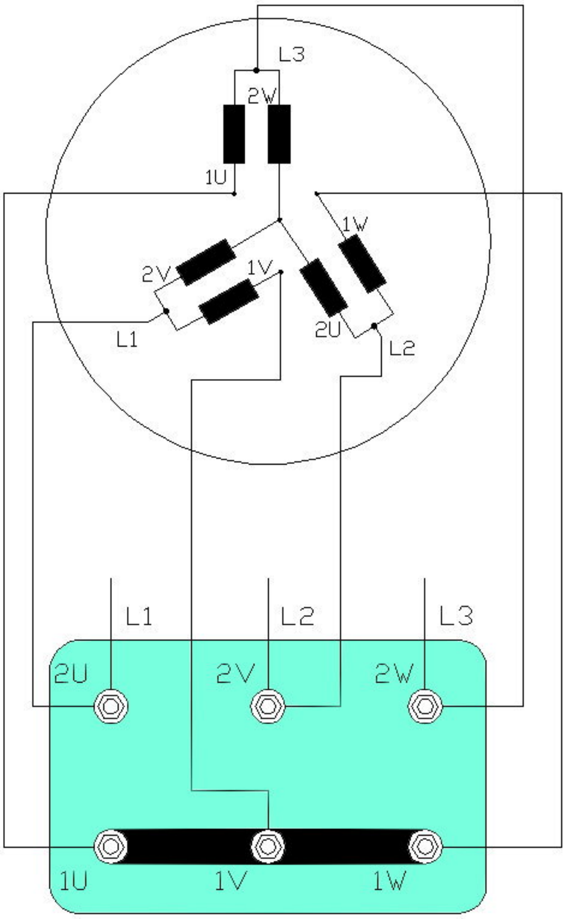
Reprezentare în schemă	Placa de borne
	

Conectarea bobinelor la placa de borne

Conexiunea STEA Y – viteză mică



Conexiunea STEA DUBLĂ YY – viteză mare



Observăm că legătura internă între bobine este aceiaşi. Diferă doar bornele la care se alimentează motorul. O reprezentare în schemă mai elegantă este cea de mai jos. Schema este realizată atât pe verticală cât şi pe orizontală. Schemele fiind echivalente, inginerul proiectant poate alege una dintre ele în funcție de spațiul de care dispune în plan.

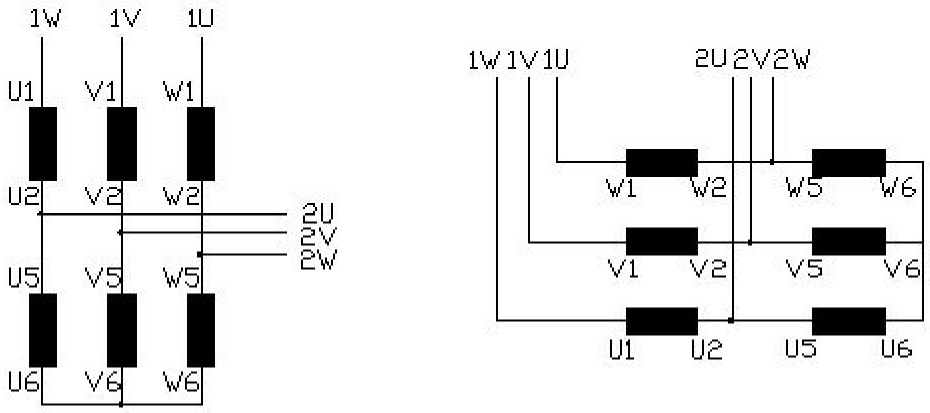


Figura 2.xx

Pentru <u>viteză mică</u> alimentăm motorul în conexiune STEA (Y) la bornele 1U, 1V, 1W. Bornele 2U, 2V, 2W rămân nealimentate.

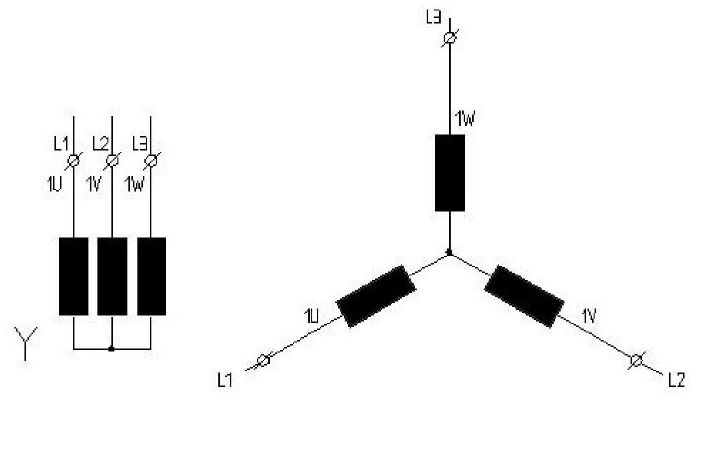
Pentru <u>viteză mare</u> alimentăm motorul în conexiune STEA DUBLĂ (YY) la bornele 2U, 2V, 2W. Bornele 1U, 1V, 1W se conectează în conexiune STEA care se realizează prin intermediul unui contactor care are ieşirea în scurt circuit.

În schemă, capetele bobinelor U1, U2, U5, U6, V1, V2, V5, V6, W1, W2, W5, W6 nu se reprezintă. Eu le-am reprezentat în figura 2.xx pentru ca cititorul să înțeleagă schema mai uşor şi mai bine.

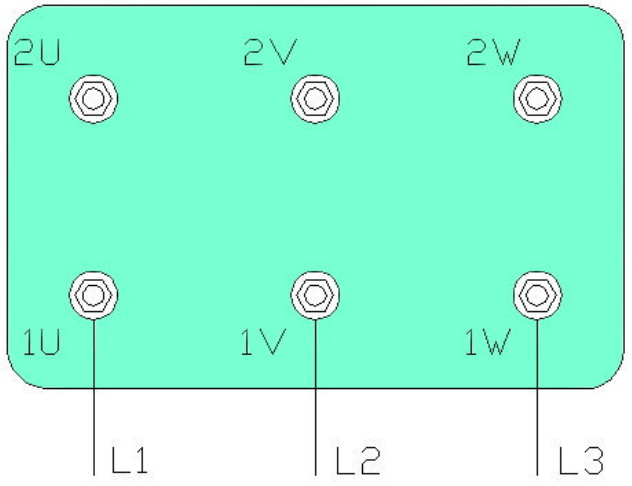
2 viteze – 2 înfăşurări separate

Conexiunea STEA Y – viteză mică

Reprezentare în schemă

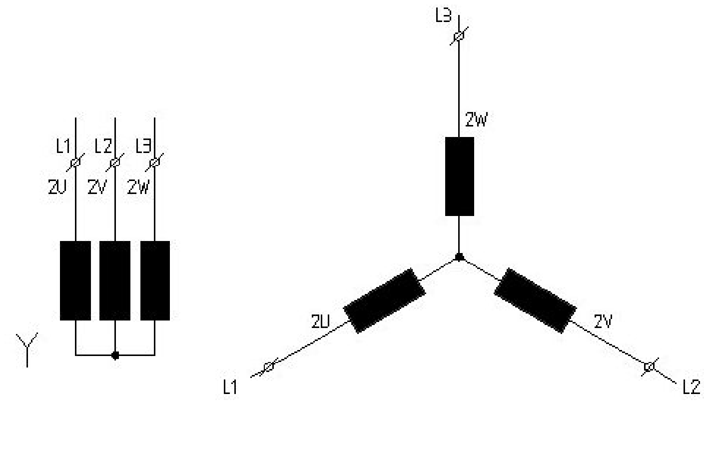


Placa de borne

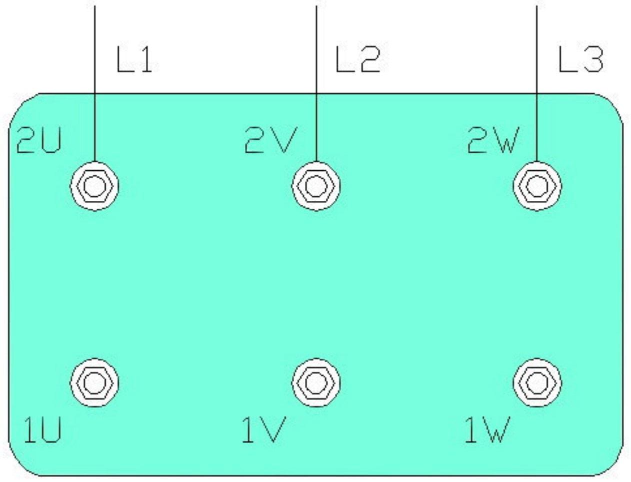


Conexiunea STEA Y – viteză mare

Reprezentare în schemă

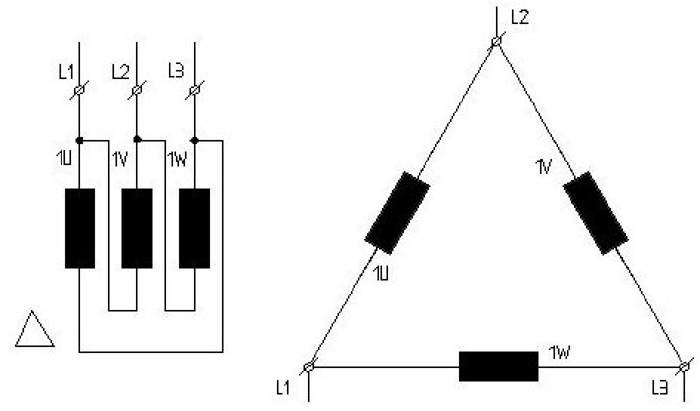
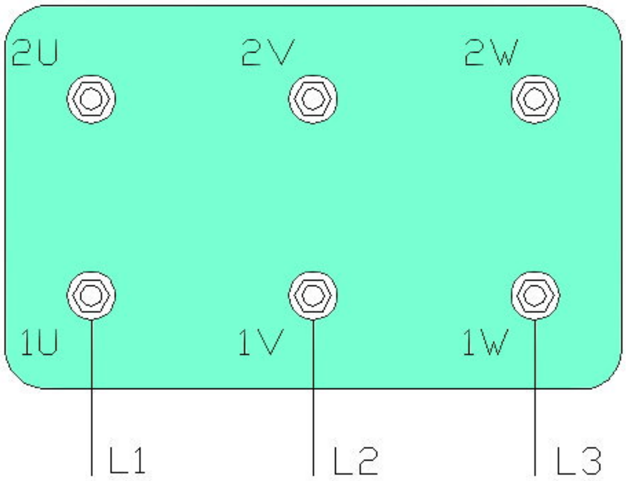


Placa de borne

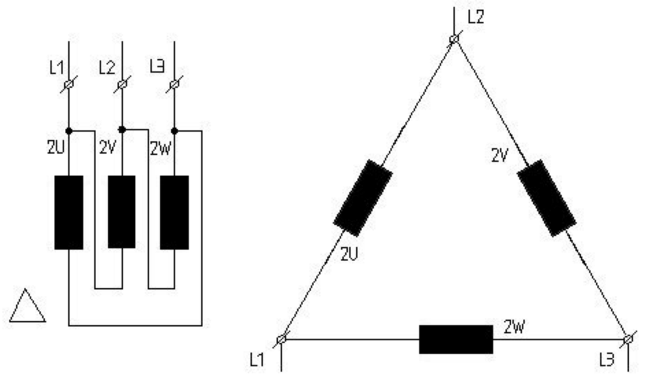
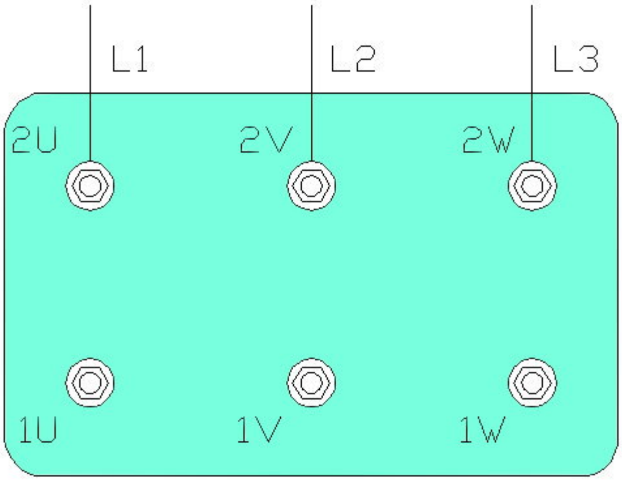


2 viteze – 2 înfăşurări separate

Conexiunea TRIUNGHI Δ – viteză mică

Reprezentare în schemă	Placa de borne
	

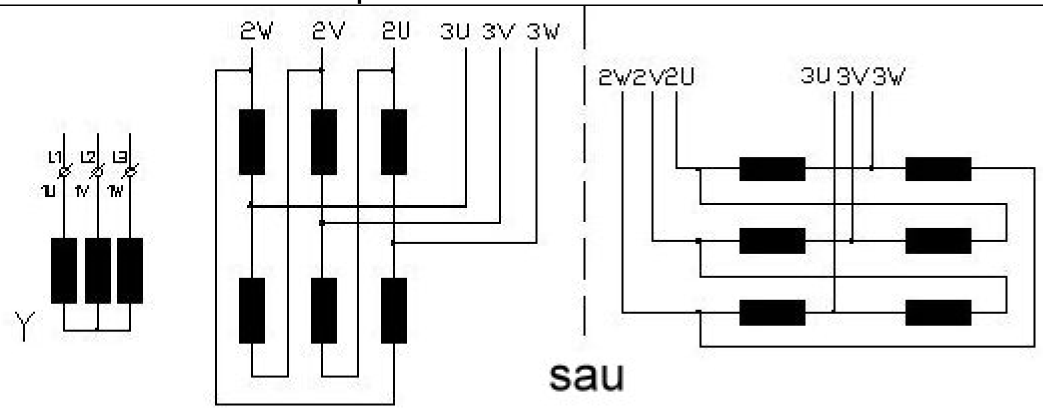
Conexiunea TRIUNGHI Δ – viteză mare

Reprezentare în schemă	Placa de borne
	

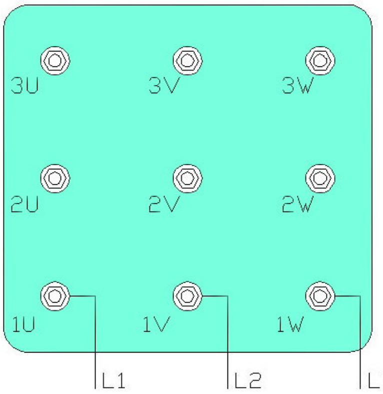
3 viteze : 2 înfăşurări Dahlander + o înfăşurare separată

Schema X : Y/Δ/YY – cuplu constant

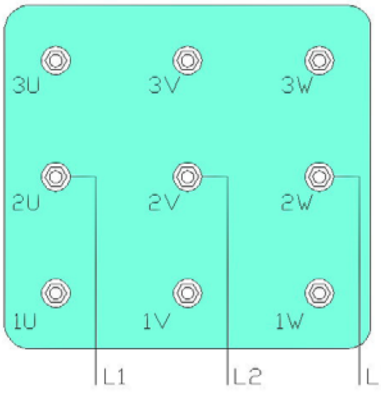
Reprezentare în schemă



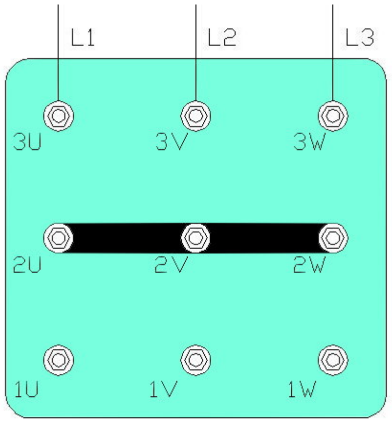
Placa de borne



Y – Viteză mică



Δ – Viteză medie

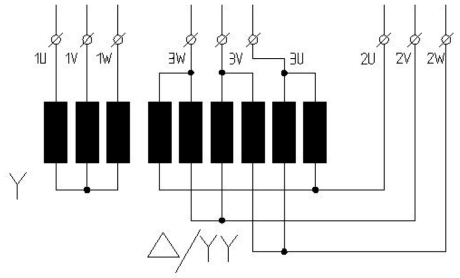


YY – Viteză mare

Viteză	Conexiune	Alimentare
Mică :	Stea – Y	1U, 1V, 1W (separat)
Medie :	Triunghi – Δ	2U, 2V, 2W
Mare :	Dublă Stea – YY	3U, 3V, 3W + 2U, 2V, 2W(Y)

	Viteze				
Frecvența	8	4	2	Rația	
50 Hz	750	1.500	3.000	vitezelor	8 poli : înfăşurare separată
60 Hz	900	1.800	3.600	1 : 2 : 4	4 / 2 poli : conexiune Dahlander
	6	4	2	Rația	
50 Hz	1.000	1.500	3.000	vitezelor	6 poli : înfăşurare separată
60 Hz	1.200	1.800	3.600	1 : 1,5 : 3	4 / 2 poli : conexiune Dahlander

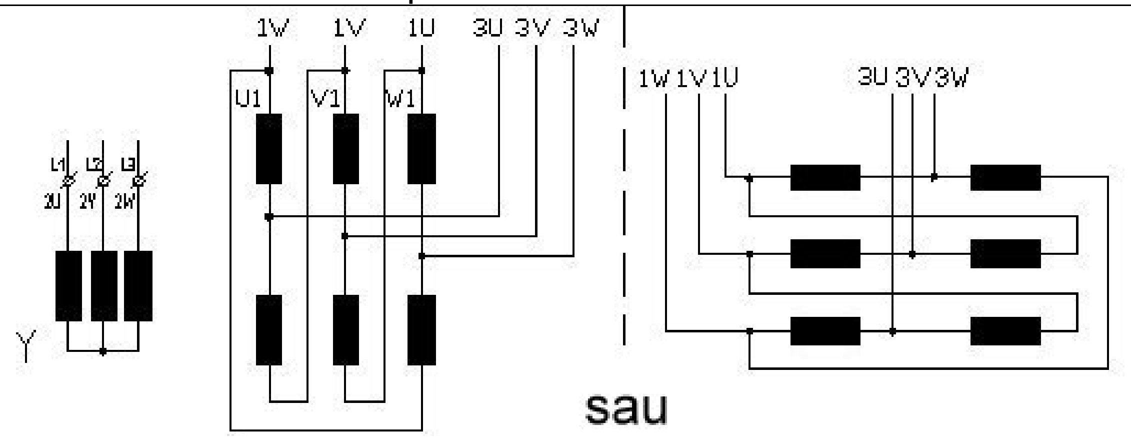
Altă reprezentare în schemă, echivalentă cu cele de mai sus :



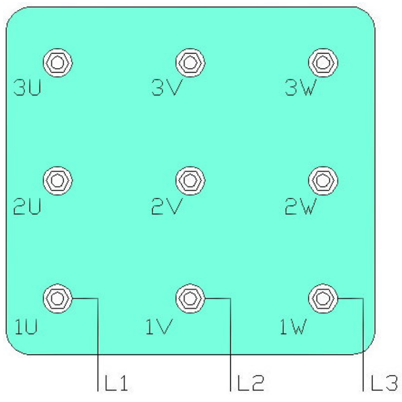
3 viteze : 2 înfăşurări Dahlander + o înfăşurare separată

Schema Y : Δ/Y/YY – cuplu constant

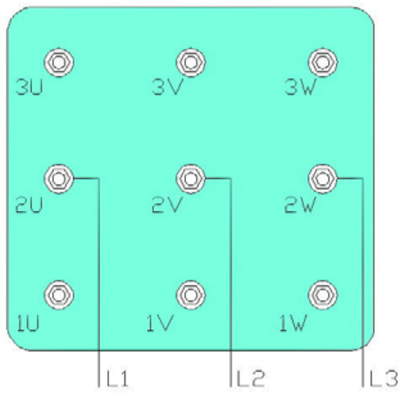
Reprezentare în schemă



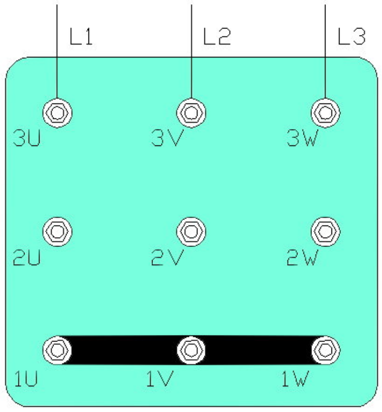
Placa de borne



Δ – Viteză mică



Y – Viteză medie

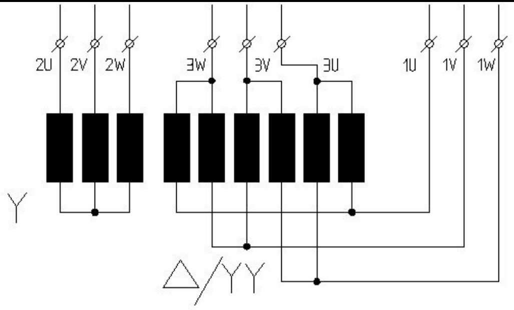


YY – Viteză mare

Viteză	Conexiune	Alimentare
Mică :	Triunghi – Δ	1U, 1V, 1W
Medie :	Stea – Y	2U, 2V, 2W (separat)
Mare :	Dublă Stea – YY	3U, 3V, 3W + 1U, 1V, 1W(Y)

	Viteze				
Frecvența	8	6	4	Rația	
50 Hz	750	1.000	1.500	vitezelor	6 poli : înfăşurare separată
60 Hz	900	1.200	1.800	1 : 1,33 : 2	8 / 4 poli : conexiune Dahlander

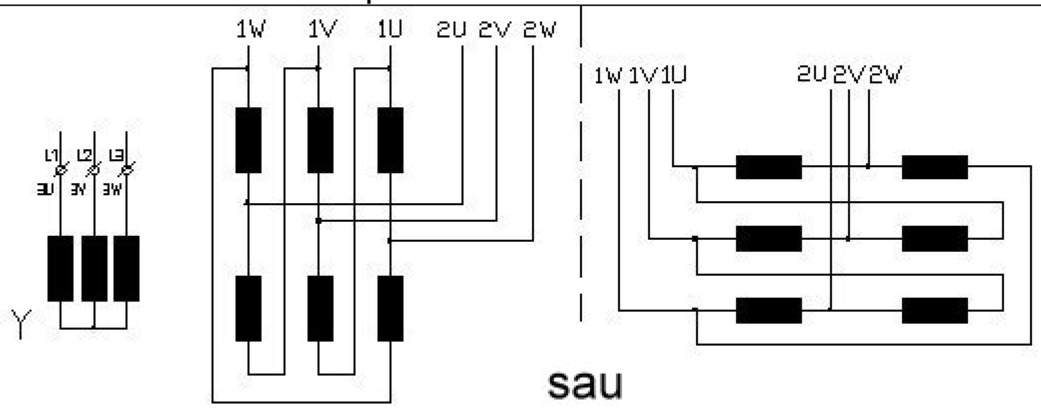
Altă reprezentare în schemă, echivalentă cu cele de mai sus :



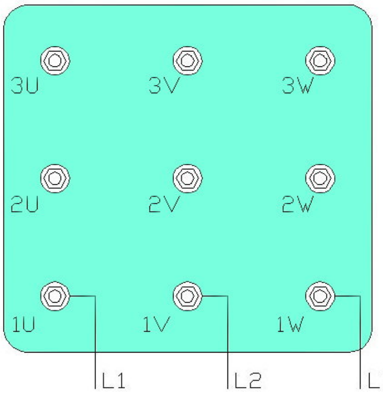
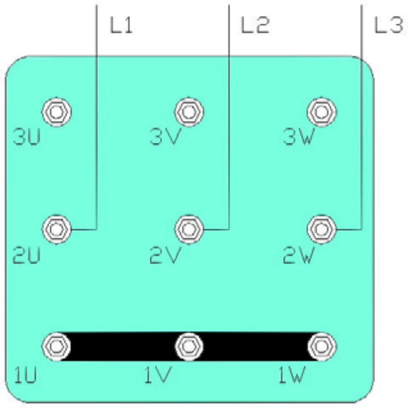
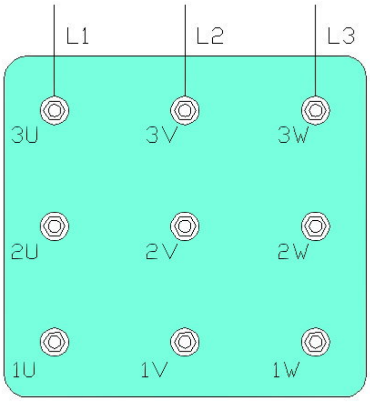
3 viteze : 2 înfăşurări Dahlander + o înfăşurare separată

Schema Z : Δ/YY/Y – cuplu constant

Reprezentare în schemă



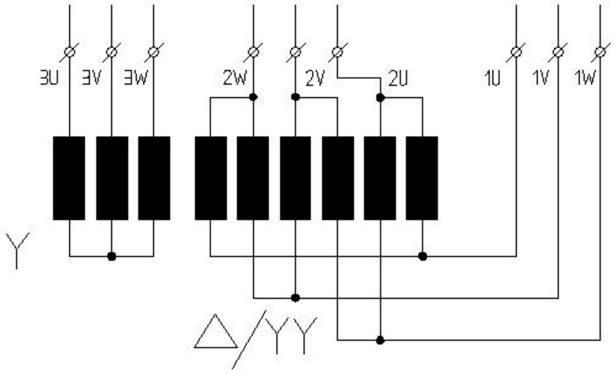
Placa de borne

		
Δ – Viteză mică	YY – Viteză medie	Y – Viteză mare

Viteză	Conexiune	Alimentare
Mică :	Triunghi – Δ	1U, 1V, 1W
Medie :	Dublă Stea – YY	2U, 2V, 2W + 1U, 1V, 1W(Y)
Mare :	Stea – Y	3U, 3V, 3W (separat)

	Viteze				
Frecvența	8	4	2	Rația	
50 Hz	750	1.500	3.000	vitezelor	2 poli : înfăşurare separată
60 Hz	900	1.800	3.600	1 : 2 : 4	8 / 4 poli : conexiune Dahlander

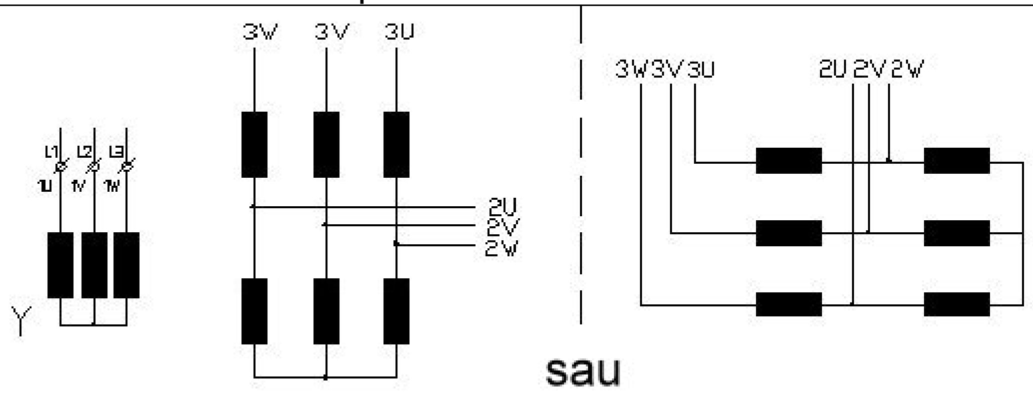
Altă reprezentare în schemă, echivalentă cu cele de mai sus :



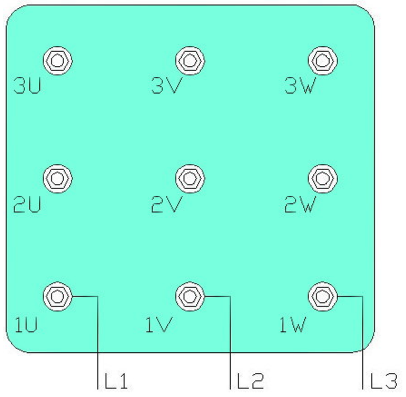
3 viteze : 2 înfăşurări Dahlander + o înfăşurare separată

Schema X : Y/Y/YY – cuplu cu creştere pătratică

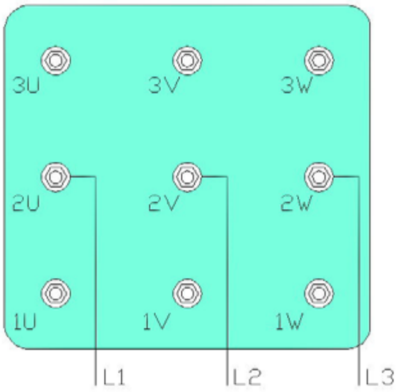
Reprezentare în schemă



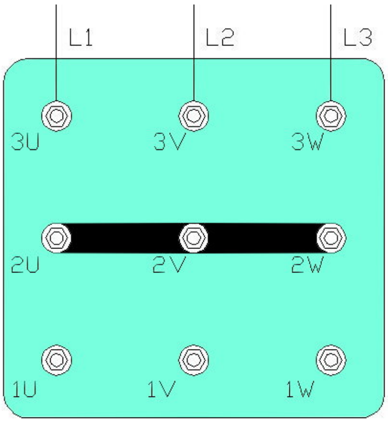
Placa de borne



Y – Viteză mică



Y – Viteză medie



YY – Viteză mare

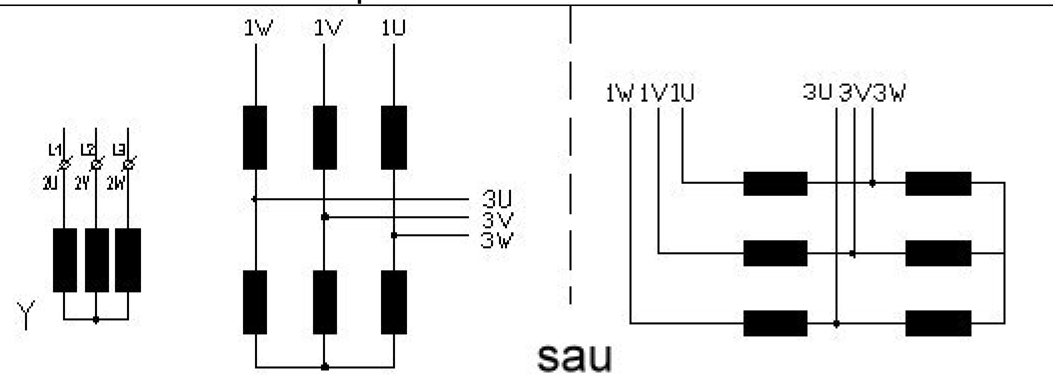
Viteză	Conexiune	Alimentare
Mică :	Stea – Y	1U, 1V, 1W (separat)
Medie :	Stea – Y	2U, 2V, 2W
Mare :	Dublă Stea – YY	3U, 3V, 3W + 2U, 2V, 2W(Y)

	Viteze				
Frecvența	8	4	2	Rația	
50 Hz	750	1.500	3.000	vitezelor	8 poli : înfăşurare separată
60 Hz	900	1.800	3.600	1 : 2 : 4	4 / 2 poli : conexiune Dahlander
	6	4	2	Rația	
50 Hz	1.000	1.500	3.000	vitezelor	6 poli : înfăşurare separată
60 Hz	1.200	1.800	3.600	1 : 1,5 : 3	4 / 2 poli : conexiune Dahlander

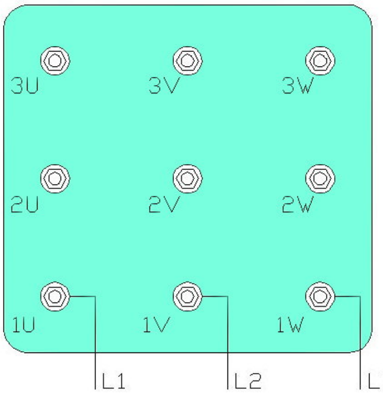
3 viteze : 2 înfăşurări Dahlander + o înfăşurare separată

Schema Y : Y/Y/YY – cuplu cu creştere pătratică

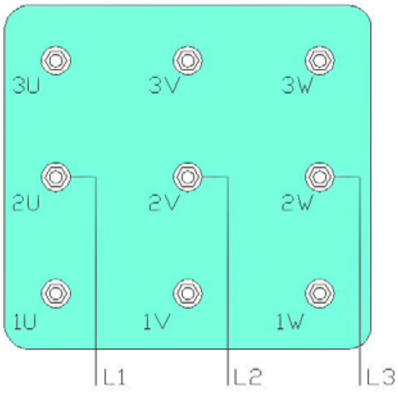
Reprezentare în schemă



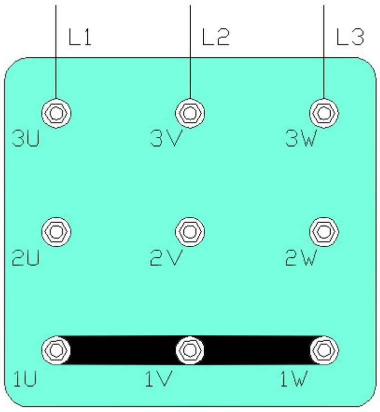
Placa de borne



Y – Viteză mică



Y – Viteză medie



YY – Viteză mare

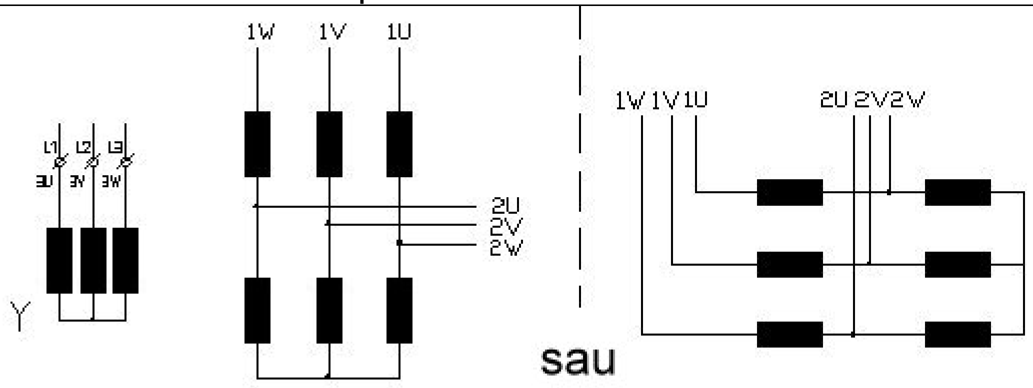
Viteză	Conexiune	Alimentare
Mică :	Stea – Y	1U, 1V, 1W
Medie :	Stea – Y	2U, 2V, 2W (separat)
Mare :	Dublă Stea – YY	3U, 3V, 3W + 1U, 1V, 1W(Y)

	Viteze				
Frecvența	8	6	4	Rația	
50 Hz	750	1.000	1.500	vitezelor	6 poli : înfăşurare separată
60 Hz	900	1.200	1.800	1 : 1,33 : 2	8 / 4 poli : conexiune Dahlander

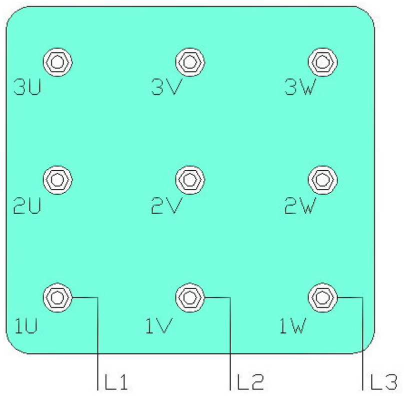
3 viteze : 2 înfăşurări Dahlander + o înfăşurare separată

Schema Z : Y/YY/Y – cuplu constant

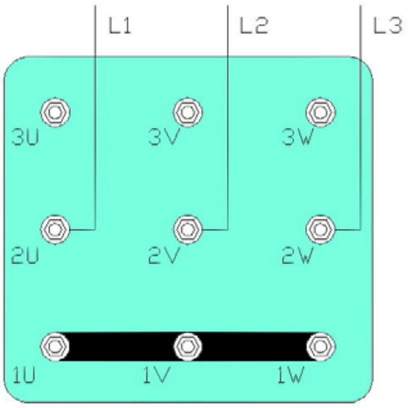
Reprezentare în schemă



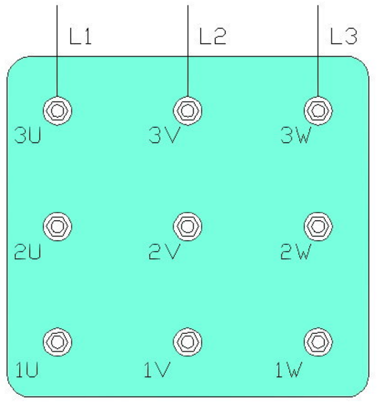
Placa de borne



Y – Viteză mică



YY – Viteză medie



Y – Viteză mare

Viteză	Conexiune	Alimentare
Mică :	Stea – Y	1U, 1V, 1W
Medie :	Dublă Stea – YY	2U, 2V, 2W + 1U, 1V, 1W(Y)
Mare :	Stea – Y	3U, 3V, 3W (separat)

	Viteze				
Frecvența	8	4	2	Rația	
50 Hz	750	1.500	3.000	vitezelor	2 poli : înfăşurare separată
60 Hz	900	1.800	3.600	1 : 2 : 4	8 / 4 poli : conexiune Dahlander

Tabele sintetice pentru motoarele cu 2 şi 3 viteze

Motoare cu 2 viteze								
Schema	Viteza		Frecvența 50Hz	Frecvența 60Hz	Număr poli	Rația vitezelor	Conexiune	Alimentare
Motoare cu 2 viteze – Cuplu constant								
2 inf sep	Mică	(Rot/Min)	1.000	1.200	6	1	Y	1U, 1V, 1W
	Mare	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	1,5	YY	2U, 2V, 2W
2 inf sep	Mică	(Rot/Min)	750	900	8	1	Y	1U, 1V, 1W
	Mare	(Rot/Min)	1.000	1.200	6	1,33	YY	2U, 2V, 2W
Dahl.	Mică	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	1	Δ	1U, 1V, 1W
	Mare	(Rot/Min)	3.000	3.600	2	2	YY	2U, 2V, 2W + 1U,1V,1W(Y)
Dahl.	Mică	(Rot/Min)	750	900	8	1	Δ	1U, 1V, 1W
	Mare	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	2	YY	2U, 2V, 2W + 1U,1V,1W(Y)
Dahl.	Mică	(Rot/Min)	500	600	12	1	Δ	1U, 1V, 1W
	Mare	(Rot/Min)	1.000	1.200	6	2	YY	2U, 2V, 2W + 1U,1V,1W(Y)

Motoare cu 2 viteze – Cuplu cu creştere pătratică								
2 inf sep	Mică	(Rot/Min)	1.000	1.200	6	1	Δ	1U, 1V, 1W
	Mare	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	1,5	ΔΔ	2U, 2V, 2W
2 inf sep	Mică	(Rot/Min)	750	900	8	1	Δ	1U, 1V, 1W
	Mare	(Rot/Min)	1.000	1.200	6	1,33	ΔΔ	2U, 2V, 2W
Dahl.	Mică	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	1	Y	1U, 1V, 1W
	Mare	(Rot/Min)	3.000	3.600	2	2	YY	2U, 2V, 2W + 1U,1V,1W(Y)
Dahl.	Mică	(Rot/Min)	750	900	8	1	Y	1U, 1V, 1W
	Mare	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	2	YY	2U, 2V, 2W + 1U,1V,1W(Y)
Dahl.	Mică	(Rot/Min)	500	600	12	1	Y	1U, 1V, 1W
	Mare	(Rot/Min)	1.000	1.200	6	2	YY	2U, 2V, 2W + 1U,1V,1W(Y)

Motoare cu 3 viteze

Schema	Viteza		Frecvența 50Hz	Frecvența 60Hz	Număr poli	Rația vitezelor	Conexiune	Alimentare
Motoare cu 3 viteze (cuplu constant)								
X	Mică	(Rot/Min)	500	600	12	1	Y	1U, 1V, 1W (separat)
	Medie	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	3	Δ	2U, 2V, 2W
	Mare	(Rot/Min)	3.000	3.600	2	6	YY	3U, 3V, 3W + 2U, 2V, 2W(Y)
X	Mică	(Rot/Min)	750	900	8	1	Y	1U, 1V, 1W (separat)
	Medie	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	2	Δ	2U, 2V, 2W
	Mare	(Rot/Min)	3.000	3.600	2	4	YY	3U, 3V, 3W + 2U, 2V, 2W(Y)
X	Mică	(Rot/Min)	1.000	1.200	6	1	Y	1U, 1V, 1W (separat)
	Medie	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	1,5	Δ	2U, 2V, 2W
	Mare	(Rot/Min)	3.000	3.600	2	3	YY	3U, 3V, 3W + 2U, 2V, 2W(Y)
Y	Mică	(Rot/Min)	750	900	8	1	Δ	1U, 1V, 1W
	Medie	(Rot/Min)	1.000	1.200	6	1,33	Y	2U, 2V, 2W (separat)
	Mare	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	2	YY	3U, 3V, 3W + 1U, 1V, 1W(Y)
Z	Mică	(Rot/Min)	750	900	8	1	Δ	1U, 1V, 1W
	Medie	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	2	YY	2U, 2V, 2W + 1U, 1V, 1W(Y)
	Mare	(Rot/Min)	3.000	3.600	2	4	Y	3U, 3V, 3W (separat)

Motoare cu 3 viteze (cuplu cu creştere pătratică)								
X	Mică	(Rot/Min)	500	600	12	1	Y	1U, 1V, 1W (separat)
	Medie	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	3	Y	2U, 2V, 2W
	Mare	(Rot/Min)	3.000	3.600	2	6	YY	3U, 3V, 3W + 2U, 2V, 2W(Y)
X	Mică	(Rot/Min)	750	900	8	1	Y	1U, 1V, 1W (separat)
	Medie	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	2	Y	2U, 2V, 2W
	Mare	(Rot/Min)	3.000	3.600	2	4	YY	3U, 3V, 3W + 2U, 2V, 2W(Y)
X	Mică	(Rot/Min)	1.000	1.200	6	1	Y	1U, 1V, 1W (separat)
	Medie	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	1,5	Y	2U, 2V, 2W
	Mare	(Rot/Min)	3.000	3.600	2	3	YY	3U, 3V, 3W + 2U, 2V, 2W(Y)
Y	Mică	(Rot/Min)	750	900	8	1	Y	1U, 1V, 1W
	Medie	(Rot/Min)	1.000	1.200	6	1,33	Y	2U, 2V, 2W (separat)
	Mare	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	2	YY	3U, 3V, 3W + 1U, 1V, 1W(Y)
Z	Mică	(Rot/Min)	750	900	8	1	Y	1U, 1V, 1W
	Medie	(Rot/Min)	1.500	1.800	4	2	YY	2U, 2V, 2W + 1U, 1V, 1W(Y)
	Mare	(Rot/Min)	3.000	3.600	2	4	Y	3U, 3V, 3W (separat)

Capitolul

3

Acționări electrice
Scheme explicate

➢ Schema de pornire a unui motor cu o viteză şi un sens
➢ Schema de pornire a unui motor cu o viteză şi două sensuri
➢ Schema de pornire a unui motor cu două viteze şi un sens
➢ Schema de pornire a unui motor cu două viteze şi două sensuri
➢ Schemă de pornire Stea – Triunghi
➢ Schemă de pornire Stea – Triunghi cu două sensuri

Capitolul 3
Acționări electrice. Scheme explicate

Necesitatea

Capitolul 3.1.

Schema de pornire a unui motor cu o viteză şi un sens

Schema de pornire a unui motor într-un singur sens, este cea mai simplă schemă de acționări electrice. Schema are două părți şi anume : partea de forță şi partea de comandă.

Partea de forță este alcătuită din trei siguranțe fuzibile, un întreruptor automat (usol), un contactor şi o protecție termică. Aceste elemente sunt dimensionate corespunzător cu consumul motorului trifazat.

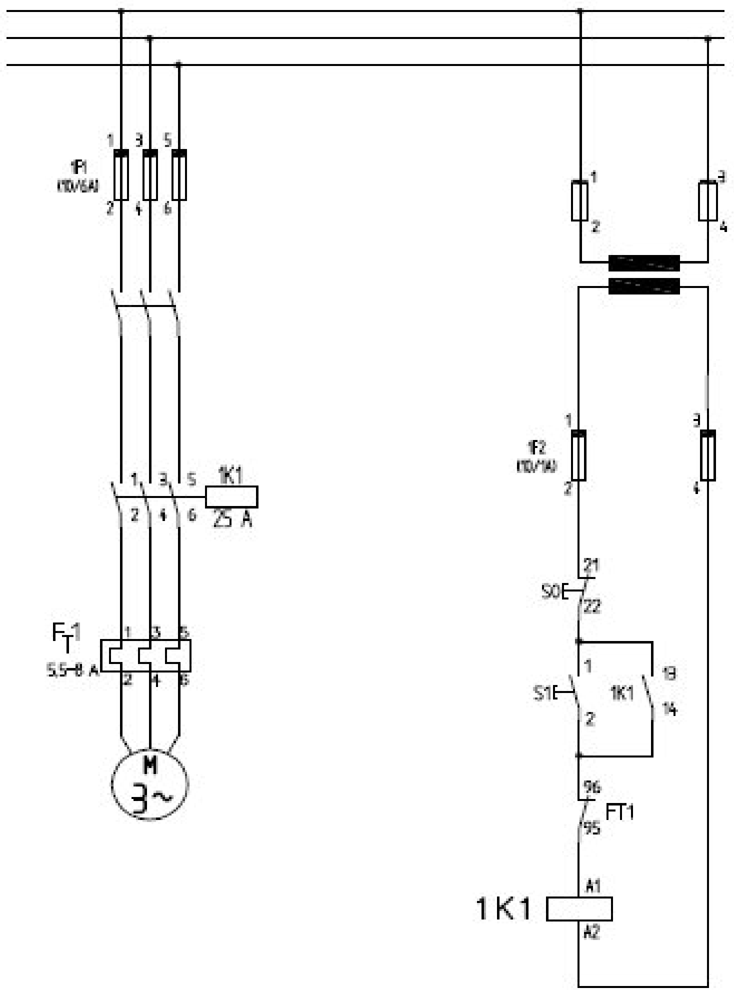
Pe partea de comandă avem două siguranțe fuzibile, un buton de oprire (S0 – contact normal închis), un buton de pornire (S1 – contact normal deschis), un contact de la protecția termică (FT1 – contact normal închis). Toate aceste elemente sunt înseriate cu bobina contactorului. În paralel cu butonul de pornire se află un contact normal deschis care are rol de automenținere.

Funcționarea schemei **:**

Pentru pornirea motorului se apasă pe butonul de pornire S1. Circuitul de comandă se închide şi curentul are următorul traseu **:** Siguranța 1F2 / 1 – 2, butonul de oprire S0 / 21 – 22, butonul de pornire S1 / 1 – 2, contactul releului termic FT1 / 95 – 96, bobina contactorului 1K1 / A1 – A2 şi siguranța 1F2 / 3 – 4. Energizându-se bobina contactorului, contactele de forță sunt atrase, motorul este alimentat şi porneşte. Simultan cu atragerea contactelor de forță, este atras şi contactul auxiliar 1K1 / 13 – 14. Acest contact se închide, curentul circulând şi prin el. Operatorul eliberează butonul de pornire, dar motorul nu se opreşte, deoarece curentul circulă prin acest contact auxiliar. Acest contact poartă numele de automenținere.

Pentru oprire se apasă pe butonul de oprire S0 / 21 – 22.

Exemplu de aplicație **:** ventilator de putere, pompă pentru apă



Schema de pornire DIRECTA a unui motor asincron trifazat, fara nul disponibil.

Proiectat	ing.Vornicescu S.			
Desenat	Ing.Vornicescu S.			
Verificat				
Aprobat			Data : 21.05.2008	
Plansa nr.				

Figura 3.1

Capitolul 3.2.

Schema de pornire a unui motor cu o viteză şi două sensuri

La această schemă avem mai multe elemente atât pe partea de forță cât şi pe partea de comandă.

Pentru partea de forță avem un contactor în plus pentru celălalt sens (1K2) iar pentru partea de comandă avem câte un contact normal închis la fiecare contactor (1K1 / 21 – 22 şi 1K2 / 21 – 22) care au rol de interblocaj.

Funcționarea schemei **:**

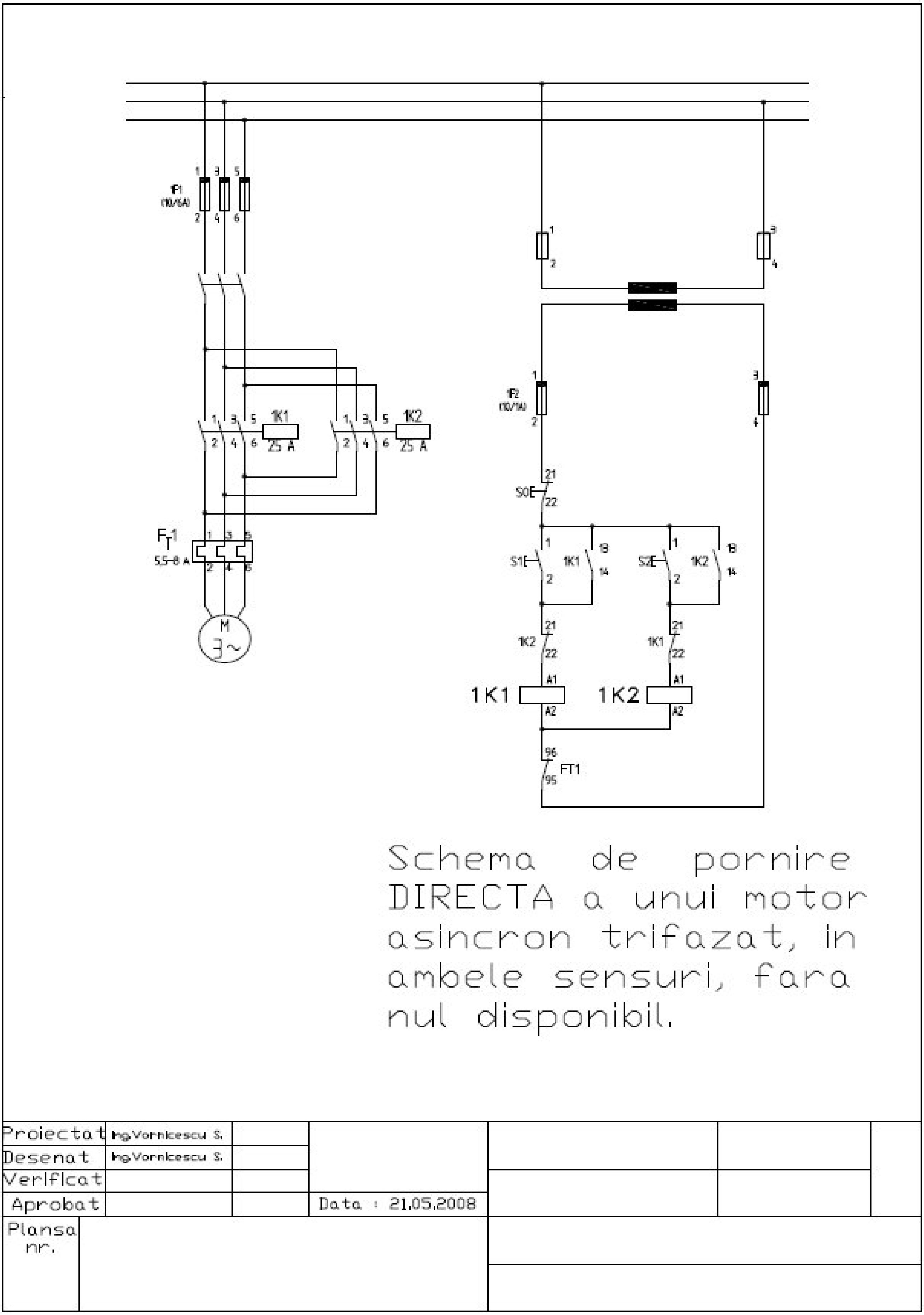
Pentru pornirea în sens direct, se pasă pe butonul de pornire S1 / 1 – 2. Circuitul de comandă se închide şi curentul are următorul traseu **:** Siguranța 1F2 / 1 – 2, butonul de oprire S0 / 21 – 22, butonul de pornire S1 / 1 – 2, interblocajul de la contactorul de pe sensul invers 1K2 / 21 – 22, bobina contactorului 1K1 / A1 – A2, contactul releului termic FT1 / 95 – 96 şi siguranța 1F2 / 3 – 4. Energizându-se bobina contactorului, contactele de forță sunt atrase, motorul este alimentat şi porneşte. Simultan cu atragerea contactelor de forță, este atras şi contactul auxiliar 1K1 / 13 – 14, care realizează automenținerea. După eliberarea butonului de pornire, curentul în circuit se menține prin contactul 1K1 / 13 – 14. Interblocajul are rolul de a bloca pornirea motorului în sens invers, în cazul în care operatorul apasă din greşeală butonul de pornire S2 / 1 – 2.

Pentru oprire se apasă butonul S0 / 21 – 22.

Pentru pornirea în sens invers se apasă pe butonul de pornire S2 / 1 – 2. Circuitul de comandă se închide şi curentul are următorul traseu **:** Siguranța 1F2 / 1 – 2, butonul de oprire S0 / 21 – 22, butonul de pornire S2 / 1 – 2, interblocajul de la contactorul de pe sensul direct 1K1 / 21 – 22, bobina contactorului 1K2 / A1 – A2, contactul releului termic FT1 / 95 – 96 şi siguranța 1F2 / 3 – 4. Energizându-se bobina contactorului, contactele de forță sunt atrase, motorul este alimentat şi porneşte. Simultan cu atragerea contactelor de forță, este atras şi contactul auxiliar 1K2 / 13 – 14, care realizează automenținerea. După eliberarea butonului de pornire, curentul în circuit se menține prin contactul 1K1 / 13 – 14. Interblocajul are rolul de a bloca pornirea motorului în sens invers, în cazul în care operatorul apasă din greşeală butonul de pornire S2 / 1 – 2.

NU se poate trece de pe un sens pe celălalt, fără oprirea motorului.

Exemplu de aplicație **:** macara



1F1
(10/6A)
1K1
25 A
1K2
25 A
FT1
5,5-8 A
M
3~
1F2
(10/1A)
S0E
S1E
S2E
1K1
1K2
FT1
Schema de pornire DIRECTA a unui motor asincron trifazat, in ambele sensuri, fara nul disponibil.
Proiectat
Ing.Vornicescu S.
Desenat
Ing.Vornicescu S.
Verificat
Aprobat
Data : 21.05.2008
Plansa nr.

Figura 3.2

Capitolul 3.3.

Schema de pornire a unui motor cu două viteze şi un sens

(Conexiune Dahlander)

În figura 3 este desenată partea de forță a schemei de pornire a unui motor cu două viteze prin conexiune Dahlander. Deoarece avem nevoie de un cuplu constant, pentru viteză mică este folosită conexiunea triunghi, iar pentru viteză mare este folosită conexiunea dublă stea. Schema conține un contactor pentru viteză mică 1K1, un contactor pentru viteză mare 1K2, un contactor pentru conexiunea STEA (STAR) 1K3, un contactor pentru frână 1K4 şi două protecții termice reglate fiecare pentru consumul specific vitezei mici sau mari.

În figura 4 este desenată partea de comandă a schemei de pornire a unui motor cu două viteze prin conexiune Dahlander. Schema de comandă se alimentează preluând tensiune de la două faze, printr-un transformator T1 – 400/230V – 400VA. Din secundarul transformatorului, curentul trece prin cele două siguranțe, prin contactele protecțiilor termice FT1 şi FT2 şi prin butonul de oprire de urgență de tip ciupercă CB1 / S0.

Apăsând pe butonul S1 / 1 – 2, curentul trece prin contactul de interblocaj viteză mare 1K1 / 21 – 22, contactul contactorului stea 1K3 / 21 – 22 şi bobina contactorului de viteză mică 1K2 / A1 – A2. Prin apăsarea butonului de pornire, simultan se taie alimentarea circuitului de comandă viteză mare prin contactul S1 / 11 – 12. Automenținerea se realizează prin contactul 1K1 / 13 – 14. Contactorul 1K2 fiind anclanşat, se închide şi contactul 1K2 / 13 – 14, fapt care permite energizarea bobinei contactorului pentru frână 1K4. În stare nealimentată, frâna este strânsă pe tambur. În momentul în care frâna este alimentată, frâna se deschide şi permite ca axul motorului să se învârtească.

Dacă vrem să trecem în viteză mare, putem face acest lucru apăsând apoi butonul S2 / 1 – 2, fără să apăsăm butonul de oprire S0 (tip ciupercă). Apăsând butonul S2, prin contactul 11 – 12 este tăiată alimentarea circuitului de comandă viteză mică iar prin contactul S2 / 1 – 2 curentul trece prin contactul S1 / 11 – 12, interblocajul de la viteză mică 1K2 / 21 – 22 şi bobina contactorului pentru conexiunea STEA 1K3 / A1 – A2. Anclanşând contactorul 1K3, se închide şi contactul 1K3 / 21 – 24, astfel alimentându-se şi bobina contactorului viteză mare 1K1 / A1 – A2. Contactorul 1K1 fiind anclanşat, se închide şi contactul 1K1 / 13 – 14, fapt care permite energizarea bobinei contactorului pentru frână 1K4.

Schema este completată de două lămpi, una pentru indicarea alimentării cu curent (H1) şi una pentru indicarea alimentării încălzirii cofretului. Cuplarea încălzirii se face prin comutatorul 1S1.

Trecerea din viteză mare în viteză mică se poate face direct, apăsând butonul S1.

Exemplu de aplicație **:** Pompă de apă, exhaustor

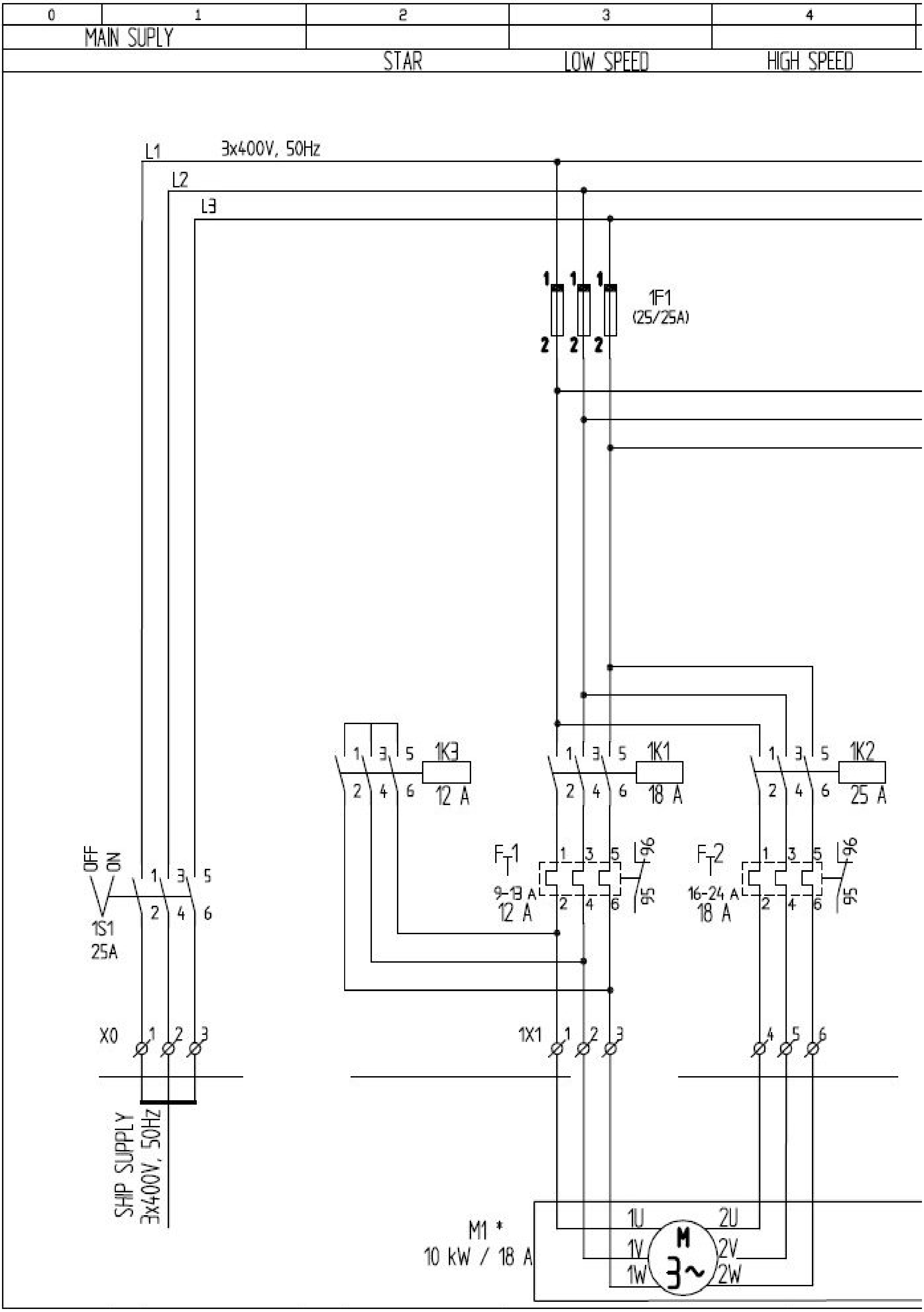

0
1
2
3
4
MAIN SUPLY
STAR
LOW SPEED
HIGH SPEED
L1
3x400V, 50Hz
L2
L3
1F1
(25/25A)
1K3
12 A
1K1
18 A
1K2
25 A
OFF
ON
1S1
25A
FT1
9-13 A
12 A
FT2
16-24 A
18 A
X0
1X1
SHIP SUPPLY
3x400V, 50Hz
M1 *
10 kW / 18 A
1U
1V
1W
2U
2V
2W

Figura 3.3

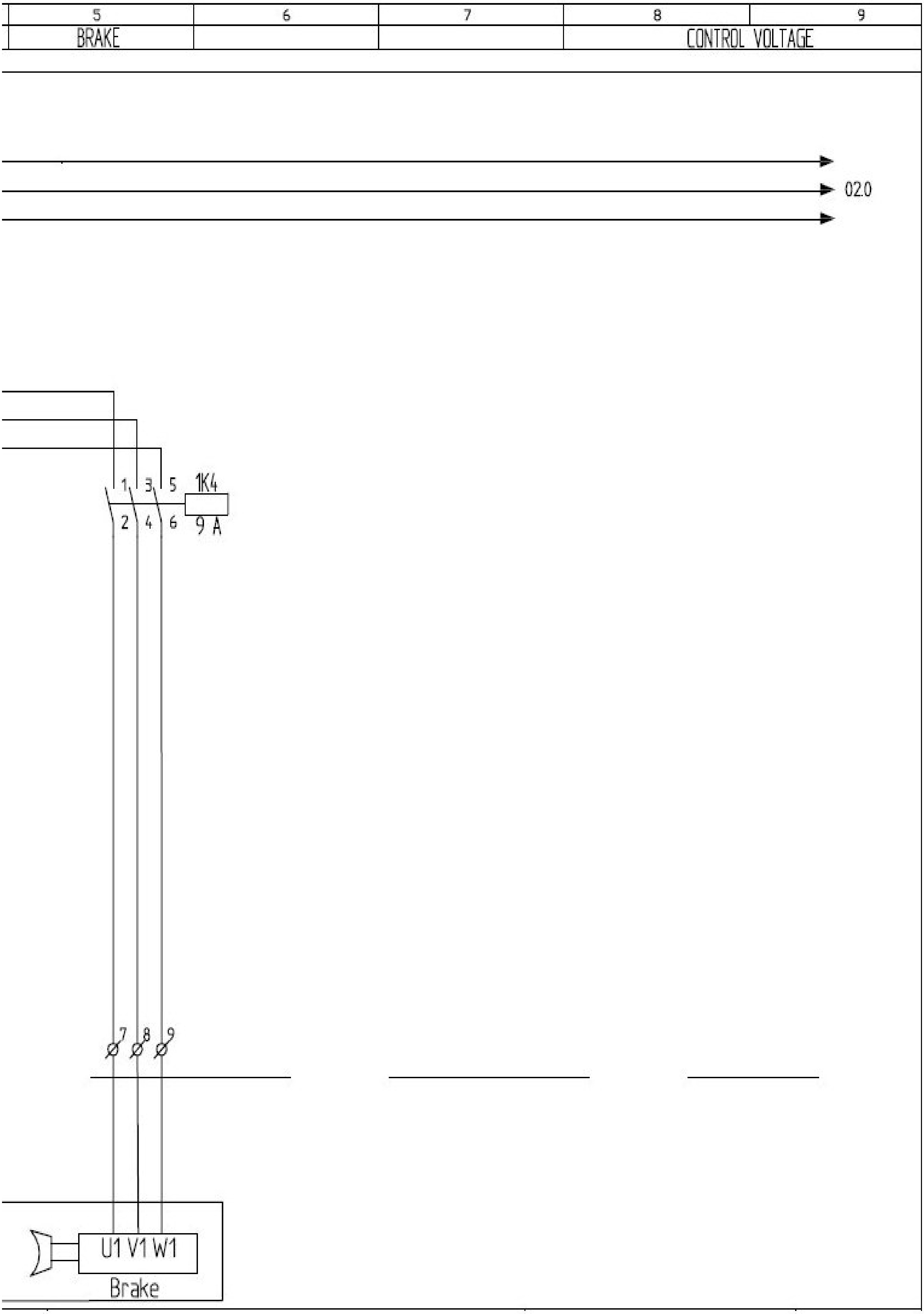

5
6
7
8
9
BRAKE
CONTROL VOLTAGE
02.0
1 3 5
1K4
2 4 6
9 A
7 8 9
U1 V1 W1
Brake

Figura 3

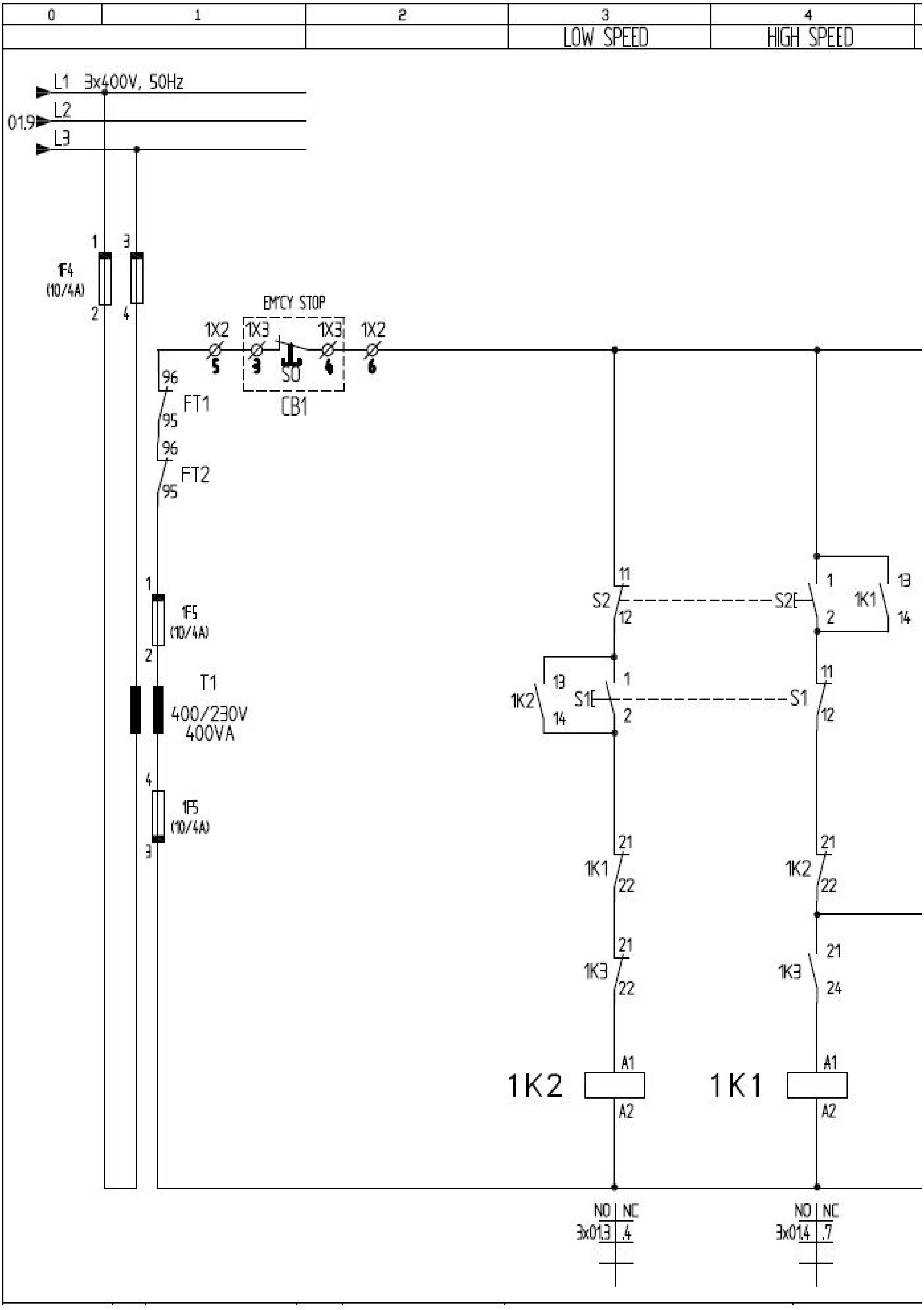

0
1
2
3
4
LOW SPEED
HIGH SPEED
L1 3x400V, 50Hz
01.9
L2
L3
1F4
(10/4A)
EM'CY STOP
1X2
1X3
1X3
1X2
S0
CB1
FT1
FT2
1F5
(10/4A)
T1
400/230V
400VA
S2
S1
1K1
1K2
1K3
1K2
1K1
A1
A2
NO | NC
3x01.3 | .4
3x01.4 | .7

Figura 4

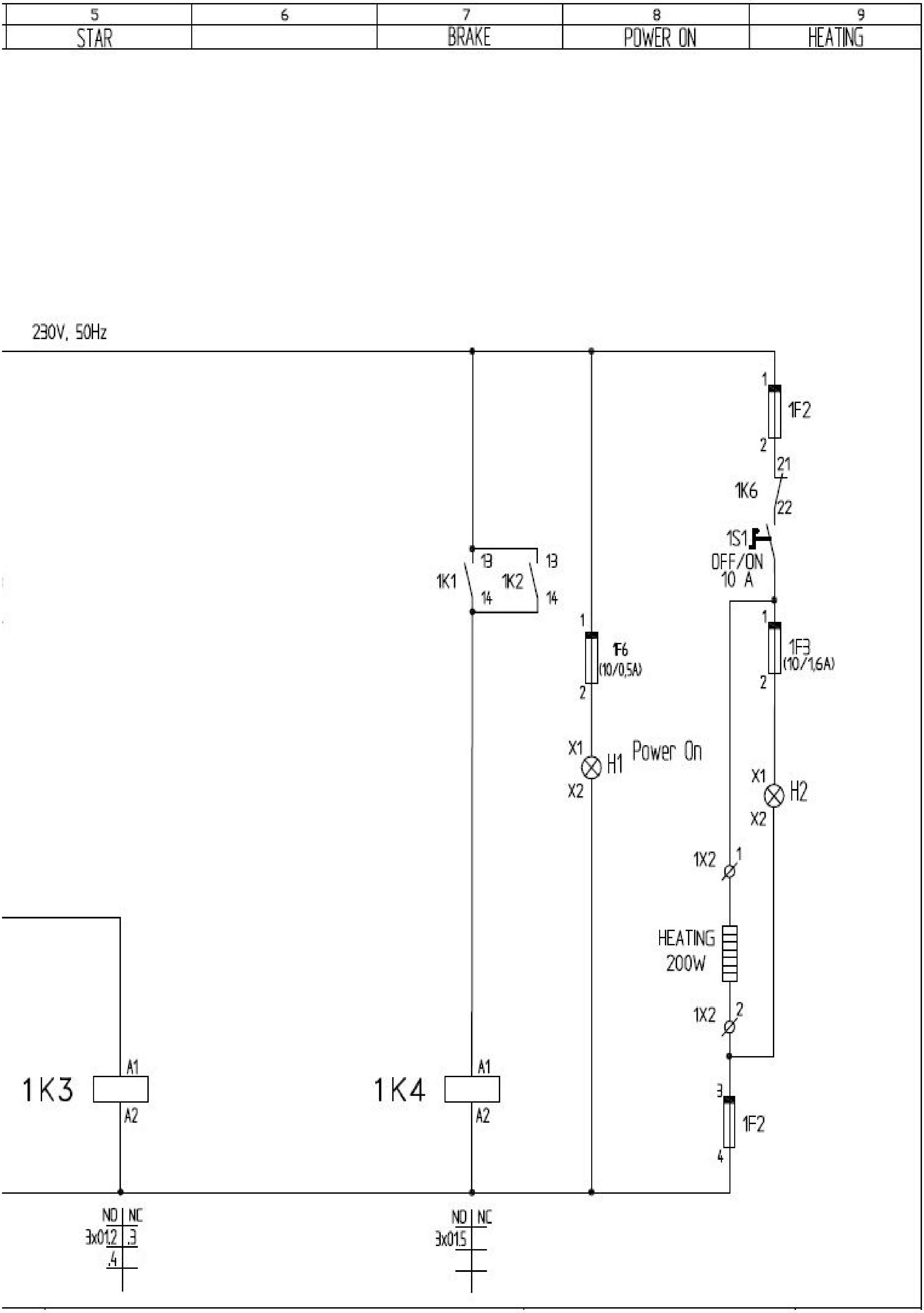

5
STAR
6
7
BRAKE
8
POWER ON
9
HEATING
230V, 50Hz
1F2
1K6
21
22
1S1
OFF/ON
10 A
1K1
13
14
1K2
13
14
F6
(10/0,5A)
1F3
(10/1,6A)
X1
H1
Power On
X2
H2
1X2
HEATING
200W
1K3
A1
A2
1K4
NO NC
3x01.2 .3
.4
3x01.5

Figura 4

Capitolul 3.4.

Schema de pornire a unui motor cu două viteze şi două sensuri

(Conexiune Dahlander)

Deoarece am prezentat trei scheme până acum, mergând de la o schemă simplă la una complexă, acum voi prezenta un proiect întreg, adică partea de forță, partea de comandă şi pozarea elementelor în cofreți sau pe capacele acestora.

Schema cuprinde 3 planşe şi anume, prima reprezintă schema de forță iar celelalte două reprezintă schema de comandă.

Lista componentelor de pe prima planşă (Figura 5)

1F1 Siguranțe
1K1 Contactor **sens SUS**
1K2 Contactor **sens JOS**
1K3 Contactor **viteză mică**
1K4 Contactor **viteză mare**
1K5 Contactor prin care se realizează **conexiunea STEA** a motorului, pt **viteză mare**
1K6 Contactor prin care se decuplează frâna. Când motorul stă, frâna este cuplată.
1S1 Comutator cu came rotativ, cu 2 poziții ON – OFF.
FT1 Protecție termică pentru viteză mică
FT2 Protecție termică pentru viteză mare

Lista componentelor de pe a doua planşă (Figura 6)

1F2 Siguranțele pentru rezistența de încălzire
1F4 Siguranțele generale pentru comandă – 4A
1F5 Siguranțele de pe secundarul transformatorului – 4A
1F6 Siguranța pentru lampa H1
1K1 Contactor **sens SUS** cu temporizare la anclanşare (cuplare = atragere)
1K2 Contactor **sens JOS** cu temporizare la anclanşare (cuplare = atragere)
1K3 Contactor **viteză mică**
1K4 Contactor **viteză mare**
1K5 Contactor prin care se realizează **conexiunea STEA** a motorului, pt **viteză mare**
1K6 Contactor prin care se decuplează frâna. Când motorul stă, frâna este cuplată.
FT1 Contactul pe circuitul de comandă al protecției termice pentru viteză mică
FT2 Contactul pe circuitul de comandă al protecției termice pentru viteză mare
H1 Lampă indicatoare prezentă tensiune
H3 Lampă pentru semnalizare încălzire

H4	Lampă pentru semnalizare încălzire, în cofretul cu butoane
Heat	Încălzire – 200W
T1	Transformator coborâtor de tensiune 400 / 230 V – 400VA

Lista componentelor de pe a treia planşă (Figura 7)

1K10	Releu viteză mare
1K7	Releu sens sus
1K8	Releu sens jos
1K9	Releu viteză mică
H2	Lampă indicatoare prezență tensiune, în cofretul cu butoane
S1	Viteză mică sus
S2	Viteză mare sus
S3	Viteză mică jos
S4	Viteză mare jos

Lista contactelor din planşa a doua (Figura 6)

1K1 / 67 – 68	Contactul temporizării la anclanşare pentru sens sus
1K2 / 67 – 68	Contactul temporizării la anclanşare pentru sens jos
1K7 / 11 – 12	Interblocaj cu sensul sus
1K8 / 11 – 12	Interblocaj cu sensul jos
1K9 / 11 – 12	Interblocaj cu viteză mică
1K10 / 11 – 12	Interblocaj cu viteză mare
1K1 / 13 – 14	Decuplarea frânei, la cuplarea sensului sus
1K2 / 13 – 14	Decuplarea frânei, la cuplarea sensului jos
1K1 / 21 – 24	Interblocaj cu sensul sus
1K2 / 21 – 24	Interblocaj cu sensul jos
1K3 / 21 – 24	Interblocaj cu viteză mică
1K4 / 21 – 24	Interblocaj cu viteză mare
1K5 / 21 – 22	Interblocaj cu contactorul care realizează conexiunea STEA
1K5 / 21 – 24	Contactul se închide prin energizarea bobinei contactorului STEA
1K6 / 21 – 22	La cuplarea frânei, contactul se deschide decuplând încălzirea.
1K7 / 21 – 24	Contact auxiliar care se închide prin apăsarea butonului viteză mică sus sau viteză mare sus
1K8 / 21 – 24	Contact auxiliar care se închide prin apăsarea butonului viteză mică jos sau viteză mare jos
1K9 / 21 – 24	Contactul se închide prin energizarea bobinei releului de viteză mică
1K10 / 21 – 24	Contactul se închide prin energizarea bobinei releului de viteză mare

Explicarea schemei **:**

Prin închiderea comutatorului cu came 1S1, atât partea de forță cât şi partea de comandă, sunt puse sub tensiune. Ca urmare, lămpile indicatoare de prezență tensiune H1 şi H2 vor indica prezența tensiunii prin aprinderea lor. În această fază, motorul nu se învârte iar frâna este cuplată.

Fiecare buton de comandă are 2 contacte normal deschise care se închid prin apăsare.

S1 – Viteză mică sus

Prin apăsarea butonului S1, se închid contactele butonului 1 – 2 şi 3 – 4. Prin închiderea contactului 1 – 2 se energizează bobina releului 1K7 iar prin închiderea contactului 3 – 4 se energizează bobina releului 1K9.

Energizându-se bobina releului 1K7, contactul 1K7 / 21 – 24 se închide, curentul trecând şi prin contactele 1K8 / 11 – 12 şi 1K2 / 21 – 22. Astfel bobina contactorului 1K1 (sens sus) este alimentată şi după timpul prestabilit anclanşează. Anclanşând 1K1, se închide şi contactul 1K1 / 13 – 14 care decuplează frâna.

Prin apăsarea butonului, se închide şi contactul 1K9 / 21 – 24, alimentânt astfel şi bobina contactorului 1K3 (viteză mică).

S2 – Viteză mare sus

Prin apăsarea butonului S2, se închid contactele butonului 1 – 2 şi 3 – 4. Prin închiderea contactului 3 – 4 se energizează bobina releului 1K7 iar prin închiderea contactului 1 – 2 se energizează bobina releului 1K10.

Energizându-se bobina releului 1K7, contactul 1K7 / 21 – 24 se închide, curentul trecând şi prin contactele 1K8 / 11 – 12 şi 1K2 / 21 – 22. Astfel bobina contactorului 1K1 (sens sus) este alimentată şi după timpul prestabilit anclanşează. Anclanşând 1K1, se închide şi contactul 1K1 / 13 – 14 care decuplează frâna.

Prin apăsarea butonului, se închide şi contactul 1K10 / 21 – 24, curentul trece şi prin contactul 1K3 / 21 – 22 alimentânt astfel şi bobina contactorului 1K5 (conexiune STEA). Anclanşând 1K5, se închide contactul 1K5 / 21 – 24, alimentânt astfel bobina contactorului 1K4 (viteză mare).

S3 – Viteză mică jos

Prin apăsarea butonului S3, se închid contactele butonului 1 – 2 şi 3 – 4. Prin închiderea contactului 1 – 2 se energizează bobina releului 1K8 iar prin închiderea contactului 3 – 4 se energizează bobina releului 1K9.

Energizându-se bobina releului 1K8, contactul 1K8 / 21 – 24 se închide, curentul trecând şi prin contactele 1K7 / 11 – 12 şi 1K1 / 21 – 22. Astfel bobina contactorului 1K2 (sens jos) este alimentată şi după timpul prestabilit anclanşează. Anclanşând 1K2, se închide şi contactul 1K2 / 13 – 14 care decuplează frâna.

Prin apăsarea butonului, se închide şi contactul 1K9 / 21 – 24, alimentânt astfel şi bobina contactorului 1K3 (viteză mică).

S4 – Viteză mare jos

Prin apăsarea butonului S4, se închid contactele butonului 1 – 2 şi 3 – 4. Prin închiderea contactului 3 – 4 se energizează bobina releului 1K10 iar prin închiderea contactului 1 – 2 se energizează bobina releului 1K8.

Energizându-se bobina releului 1K8, contactul 1K8 / 21 – 24 se închide, curentul trecând şi prin contactele 1K7 / 11 – 12 şi 1K1 / 21 – 22. Astfel bobina contactorului 1K2 (sens jos) este alimentată şi după timpul prestabilit anclanşează. Anclanşând 1K2, se închide şi contactul 1K2 / 13 – 14 care decuplează frâna.

Prin apăsarea butonului, se închide şi contactul 1K10 / 21 – 24, curentul trece şi prin contactul 1K3 / 21 – 22 alimentânt astfel şi bobina contactorului 1K5 (conexiune STEA). Anclanşând 1K5, se închide contactul 1K5 / 21 – 24, alimentânt astfel bobina contactorului 1K4 (viteză mare).

Exemplu de aplicație **:** ascensor, macara (pod rulant), nacelă pentru intrarea în cazan recuperator, stație de winch (manevrarea ancorei la un vapor)

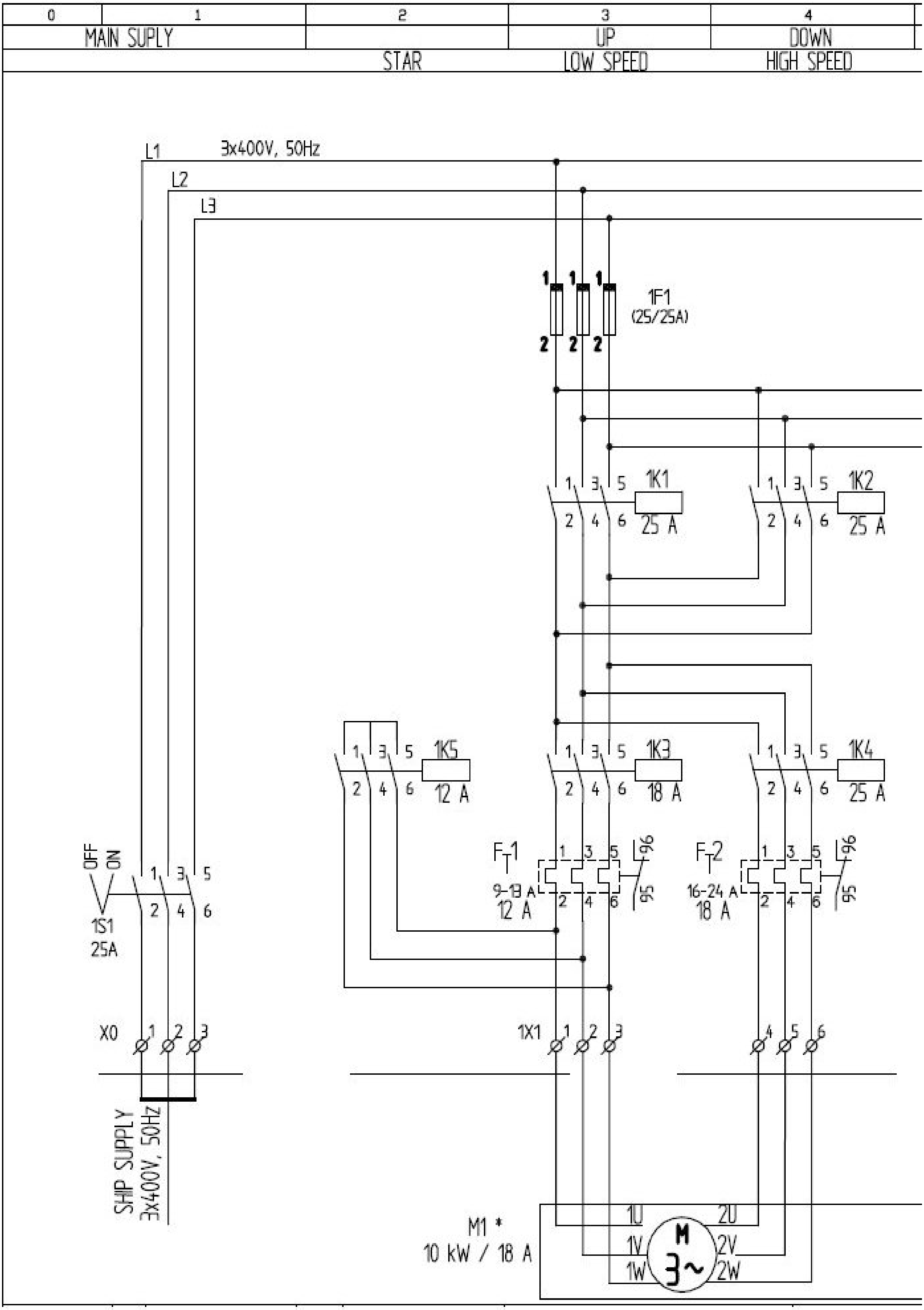

0
1
2
3
4
MAIN SUPLY
UP
DOWN
STAR
LOW SPEED
HIGH SPEED
L1
3x400V, 50Hz
L2
L3
1F1
(25/25A)
1K1
25 A
1K2
25 A
1K5
12 A
1K3
18 A
1K4
25 A
FT1
9-13 A
12 A
FT2
16-24 A
18 A
OFF
ON
1S1
25A
X0
1X1
SHIP SUPPLY
3x400V, 50Hz
M1 *
10 kW / 18 A
1U
1V
1W
2U
2V
2W
M
3~

Figura 5

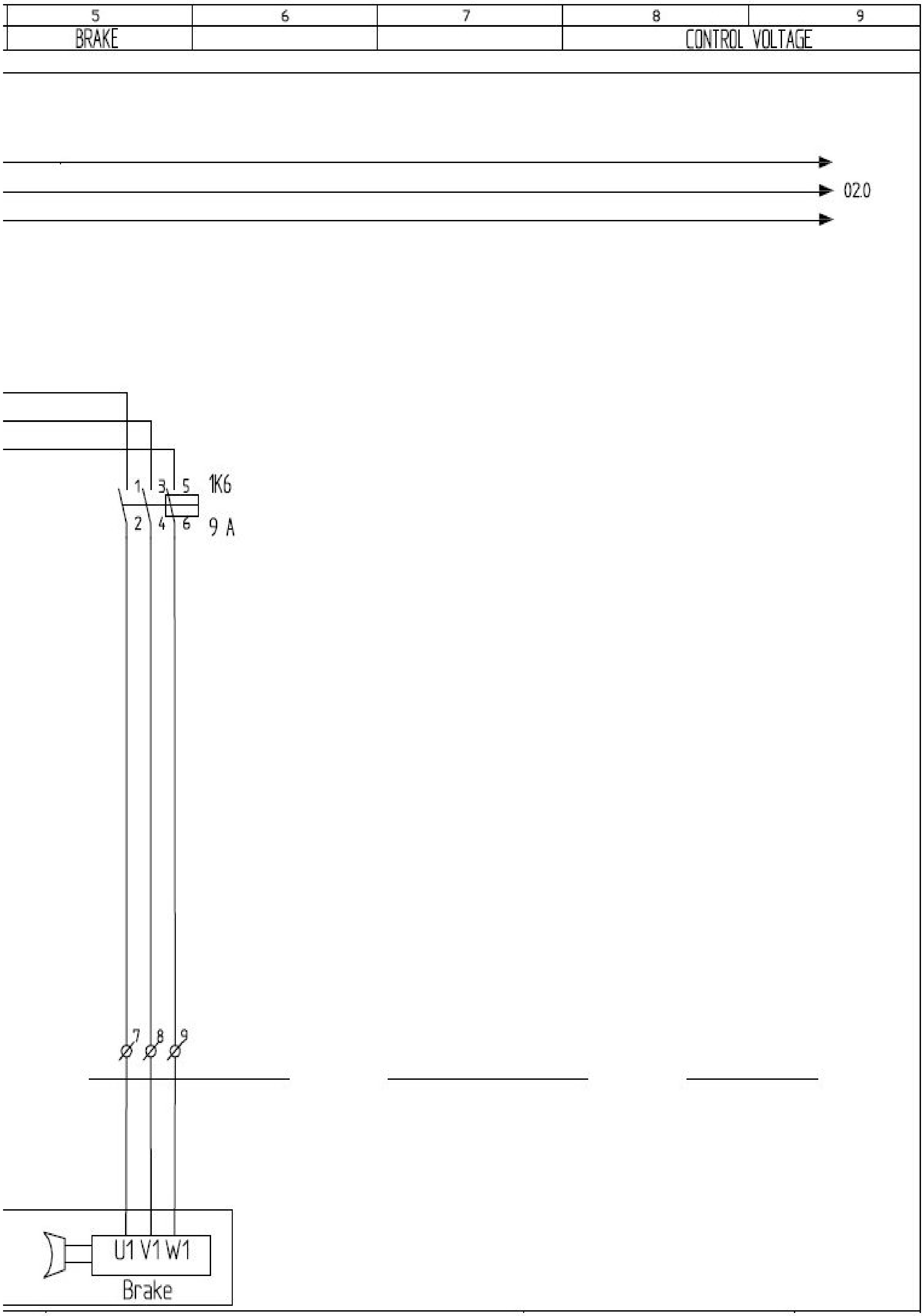

5
6
7
8
9
BRAKE
CONTROL VOLTAGE
02.0
1 3 5 1K6
2 4 6 9 A
7 8 9
U1 V1 W1
Brake

Figura 5

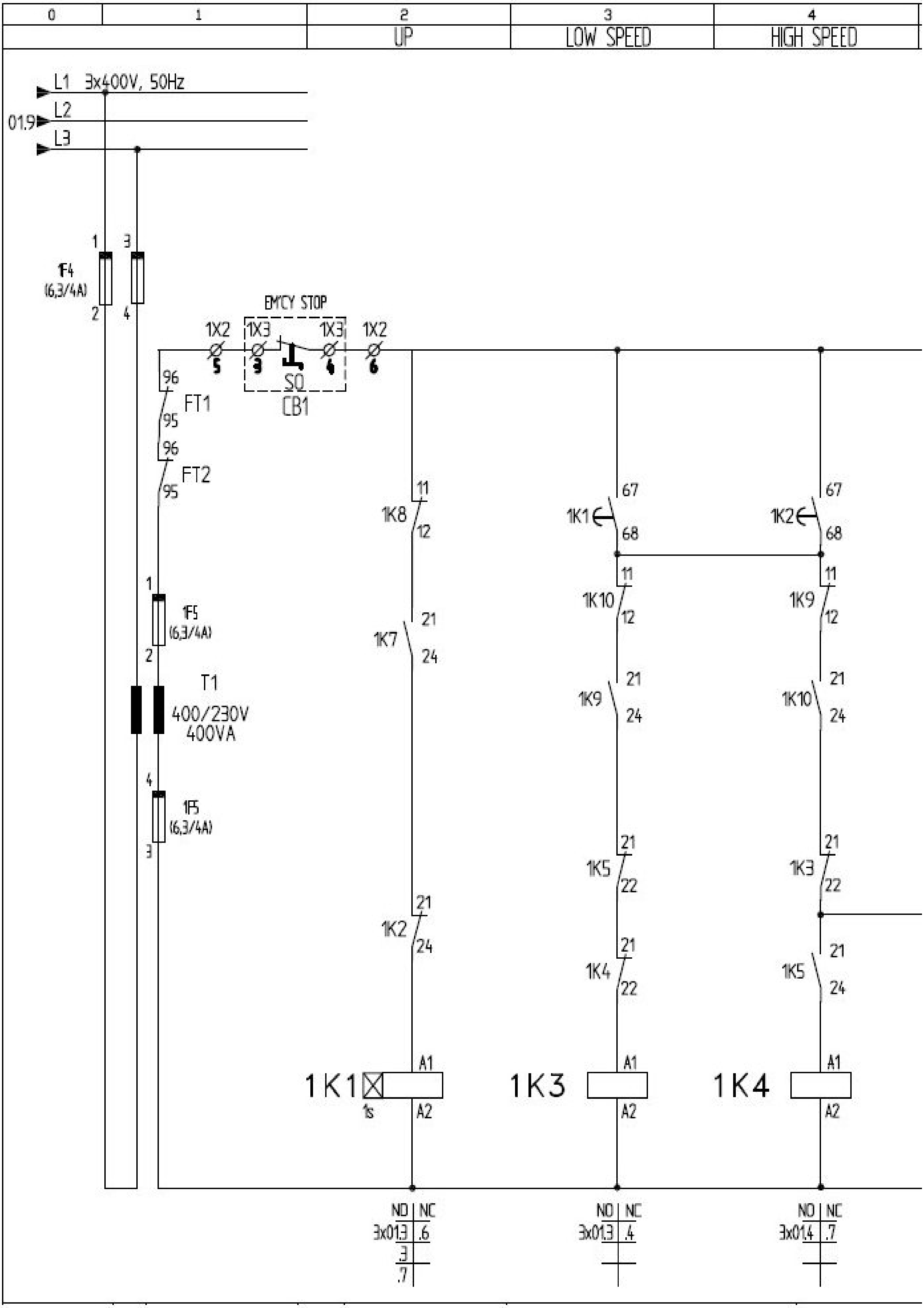

0
1
2
UP
3
LOW SPEED
4
HIGH SPEED
L1 3x400V, 50Hz
01.9
L2
L3
1F4
(6,3/4A)
EM'CY STOP
1X2
1X3
SQ
CB1
FT1
FT2
1F5
(6,3/4A)
T1
400/230V
400VA
1K8
1K7
1K2
1K1
1K10
1K9
1K5
1K4
1K3
1K4
1K1
1s
1K3
1K4
A1
A2
NO | NC
3x01.3 | .6
.3
.7
3x01.3 | .4
3x01.4 | .7

Figura 6

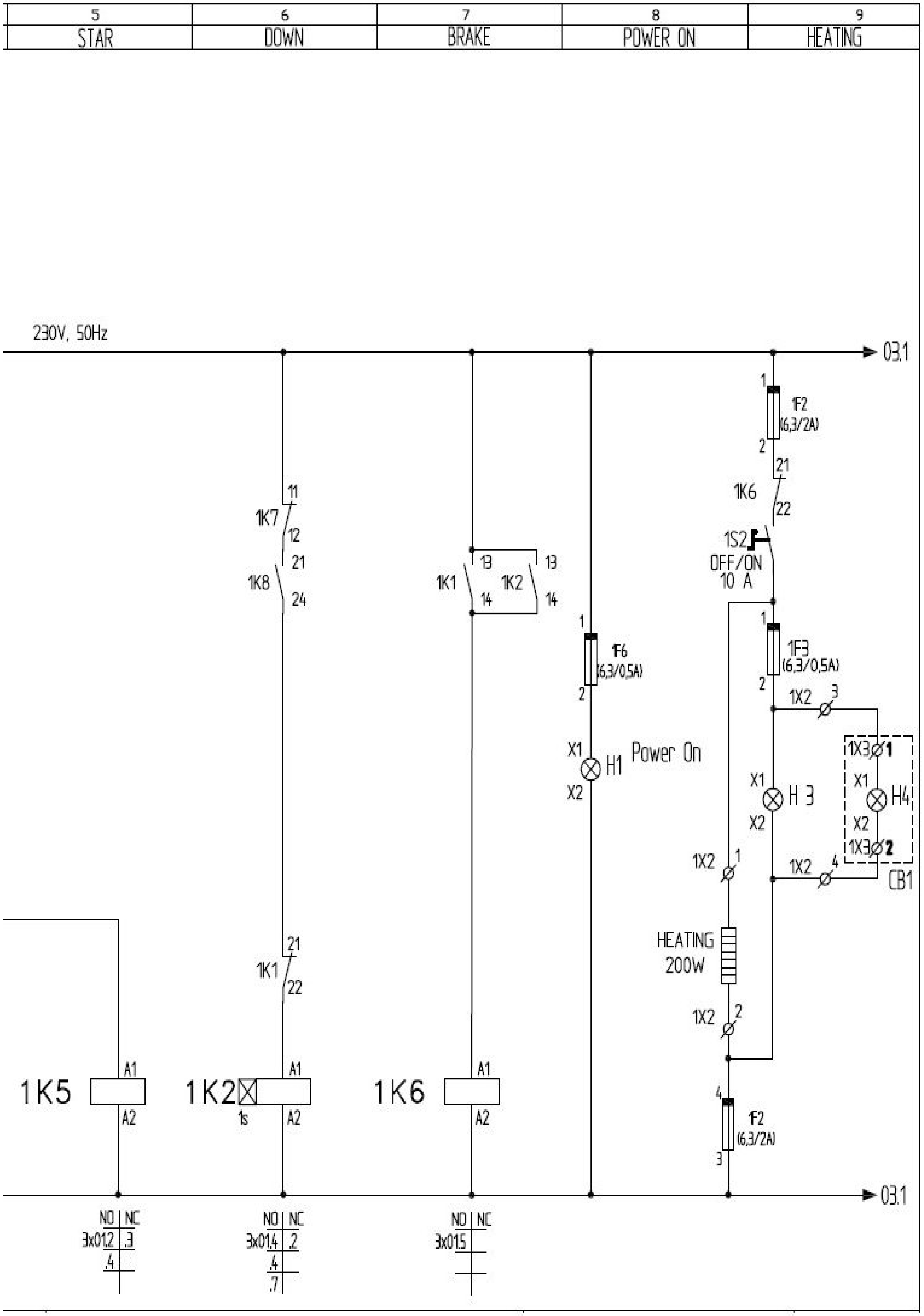

5 STAR
6 DOWN
7 BRAKE
8 POWER ON
9 HEATING
230V, 50Hz
03.1
1F2 (6,3/2A)
1K6
21
22
1S2
OFF/ON
10 A
1K7
11
12
1K8
21
24
1K1
13
14
1K2
1F6 (6,3/0,5A)
1F3 (6,3/0,5A)
1X2
X1
H1
Power On
X2
H 3
1X3
H4
CB1
HEATING
200W
1K1
21
22
1K5
1K2
1K6
A1
A2
1s
NO NC
3x01.2 .3
.4
3x01.4 .2
.4
.7
3x01.5
1F2 (6,3/2A)
03.1

Figura 6

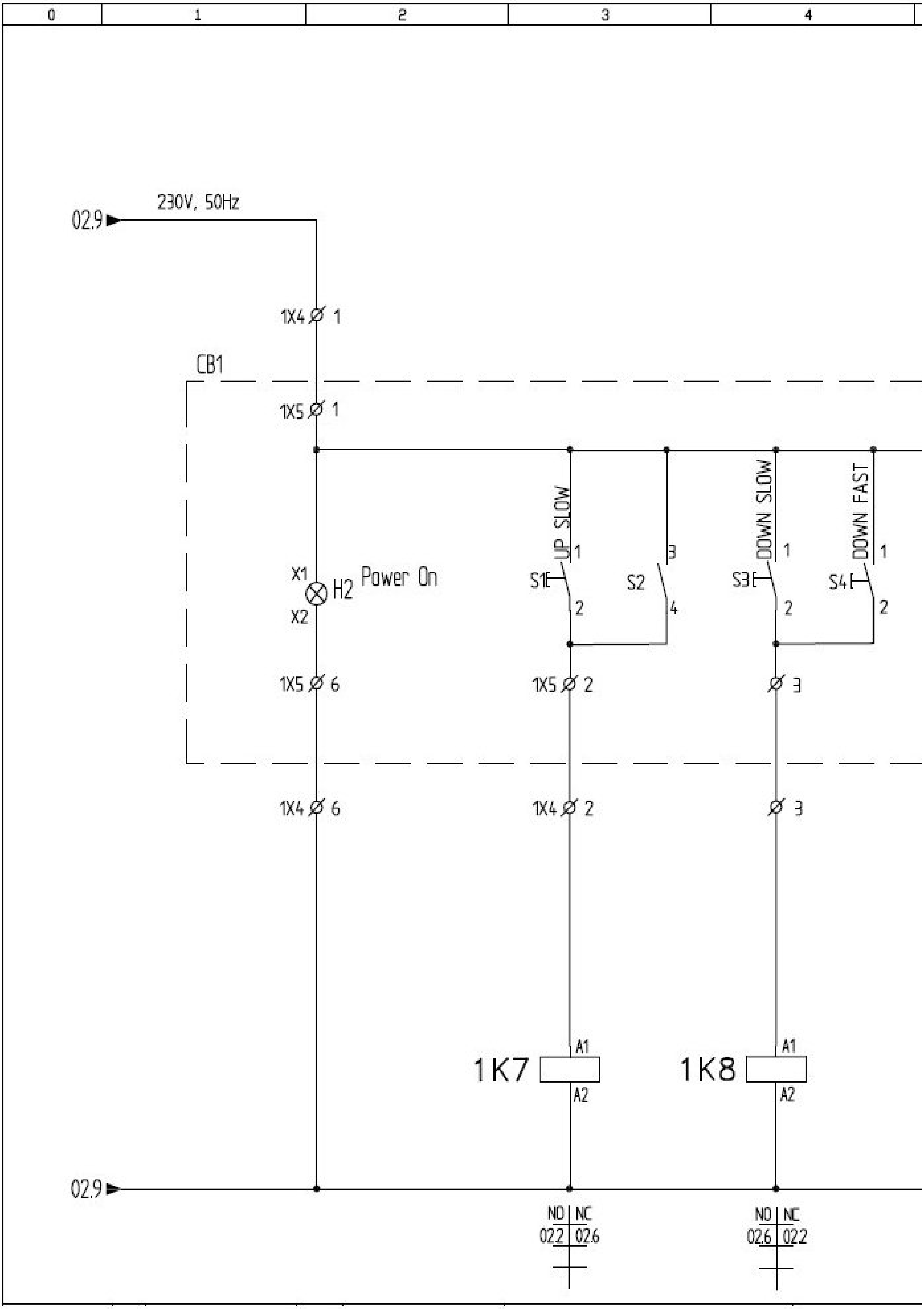

0
1
2
3
4
02.9
230V, 50Hz
1X4 1
CB1
1X5 1
UP SLOW
DOWN SLOW
DOWN FAST
X1
H2
Power On
X2
S1
S2
S3
S4
1X5 6
1X5 2
3
1X4 6
1X4 2
3
A1
1K7
A2
A1
1K8
A2
02.9
NO NC
02.2 02.6
NO NC
02.6 02.2

Figura 7

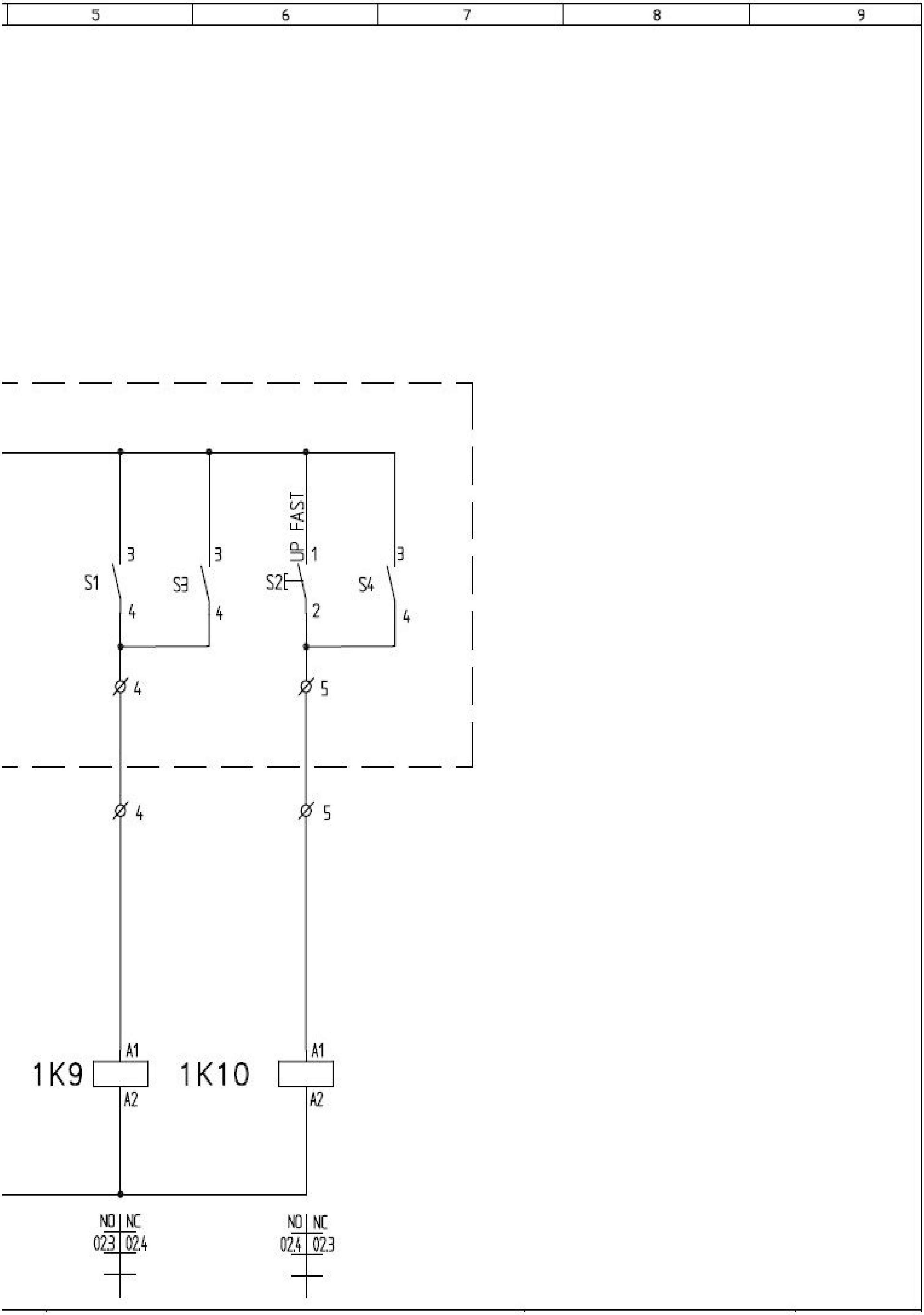

5
6
7
8
9
S1
3
4
S3
3
4
S2
UP FAST
1
2
S4
3
4
4
5
4
5
1K9
A1
A2
1K10
A1
A2
NO NC
02.3 02.4
NO NC
02.4 02.3

Figura 7

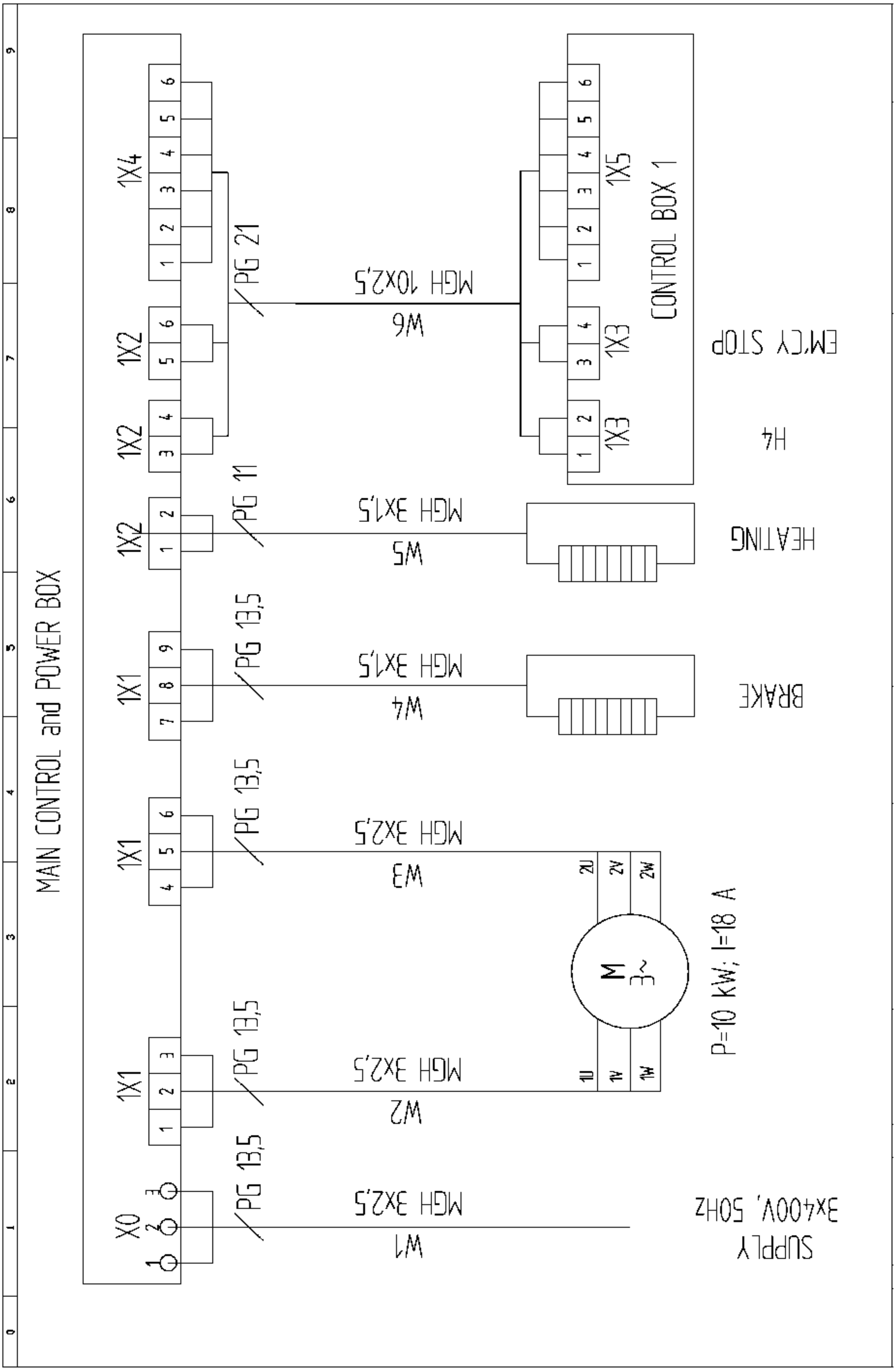

MAIN CONTROL and POWER BOX
CONTROL BOX 1
X0
1X1
1X2
1X3
1X4
1X5
PG 21
PG 11
PG 13,5
MGH 10X2,5
W6
MGH 3X1,5
W5
W4
MGH 3X2,5
W3
W2
W1
EM'CY STOP
H4
HEATING
BRAKE
P=10 kW; I=18 A
SUPPLY
3X400V, 50Hz

Figura 8

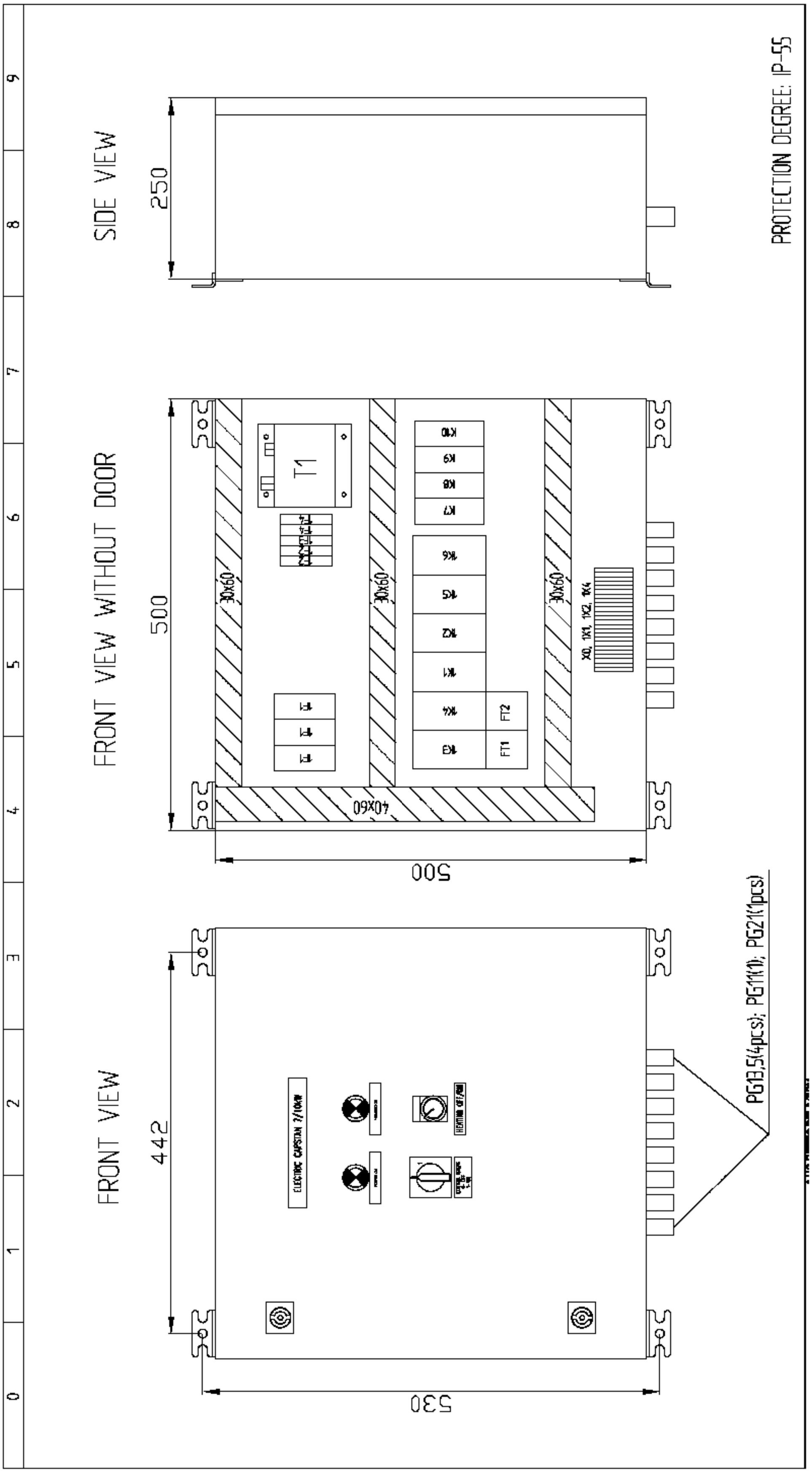

SIDE VIEW
250
PROTECTION DEGREE: IP-55
FRONT VIEW WITHOUT DOOR
500
T1
30x60
30x60
30x60
40X60
500
FRONT VIEW
442
530
PG13,5(4pcs); PG11(1); PG21(1pcs)

Figura 9

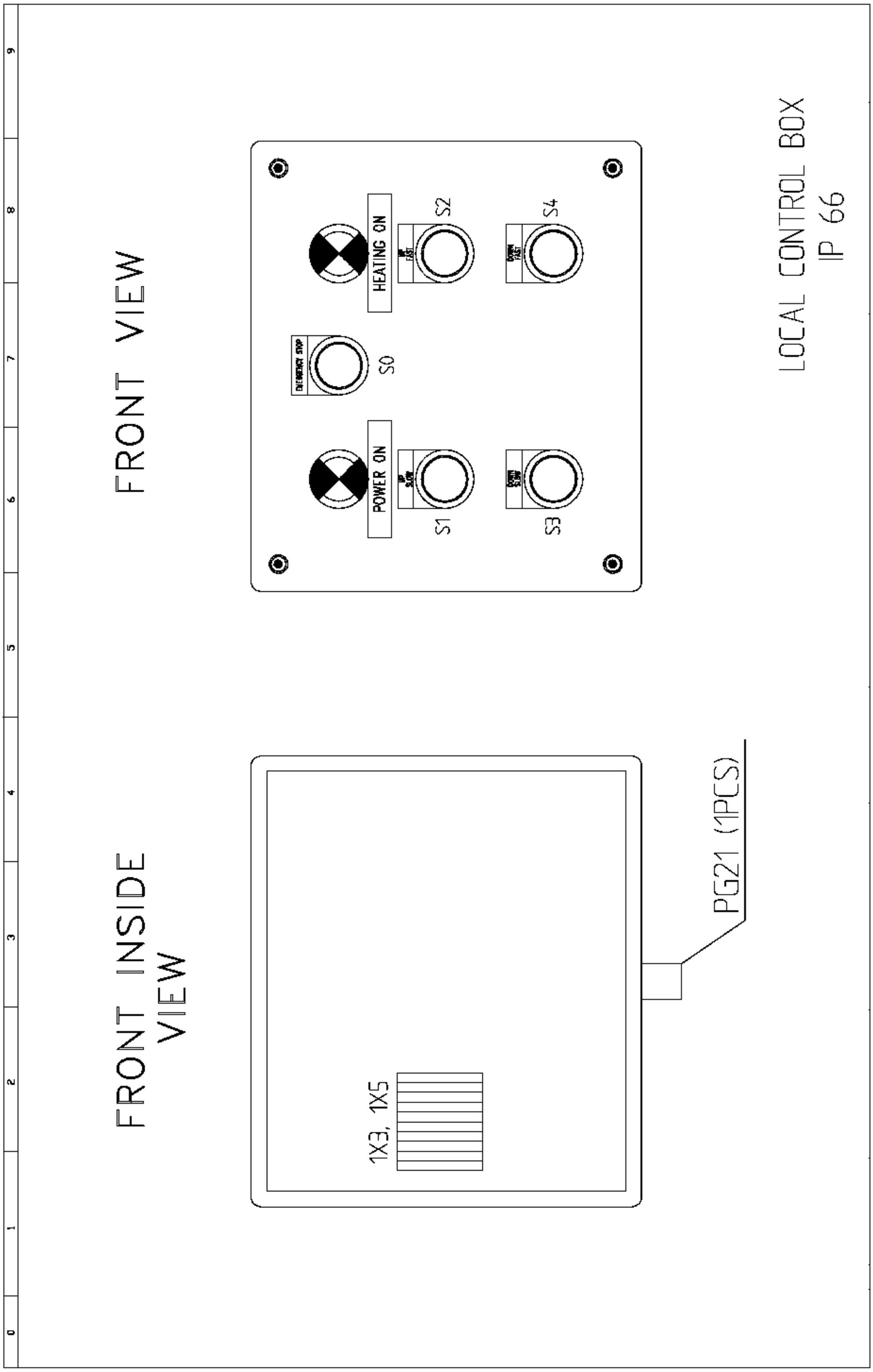

FRONT VIEW
HEATING ON
POWER ON
S0
S1
S2
S3
S4
LOCAL CONTROL BOX
IP 66
FRONT INSIDE VIEW
1X3, 1X5
PG21 (1PCS)

Figura 10

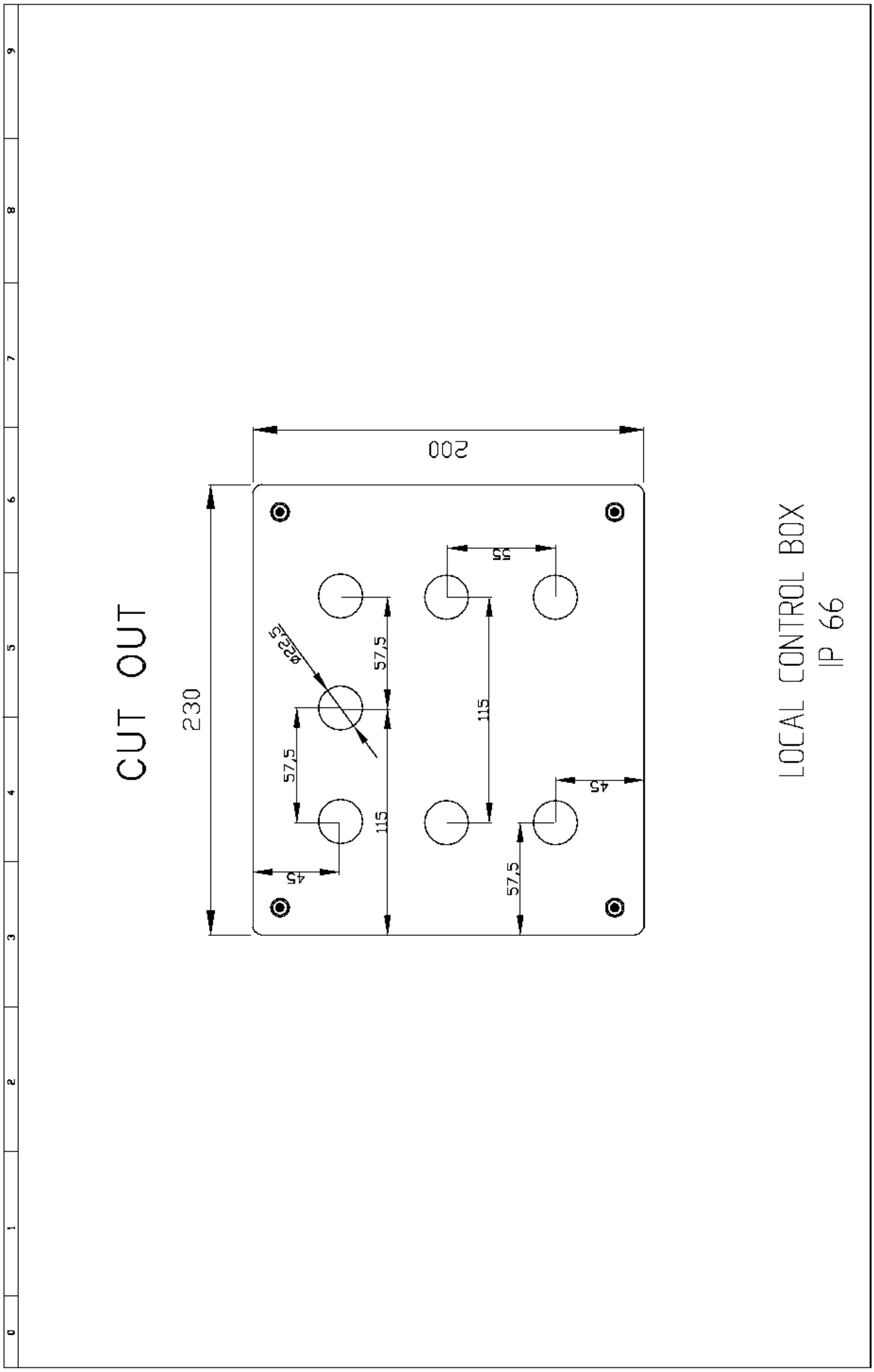


Figura 11

Figura 12

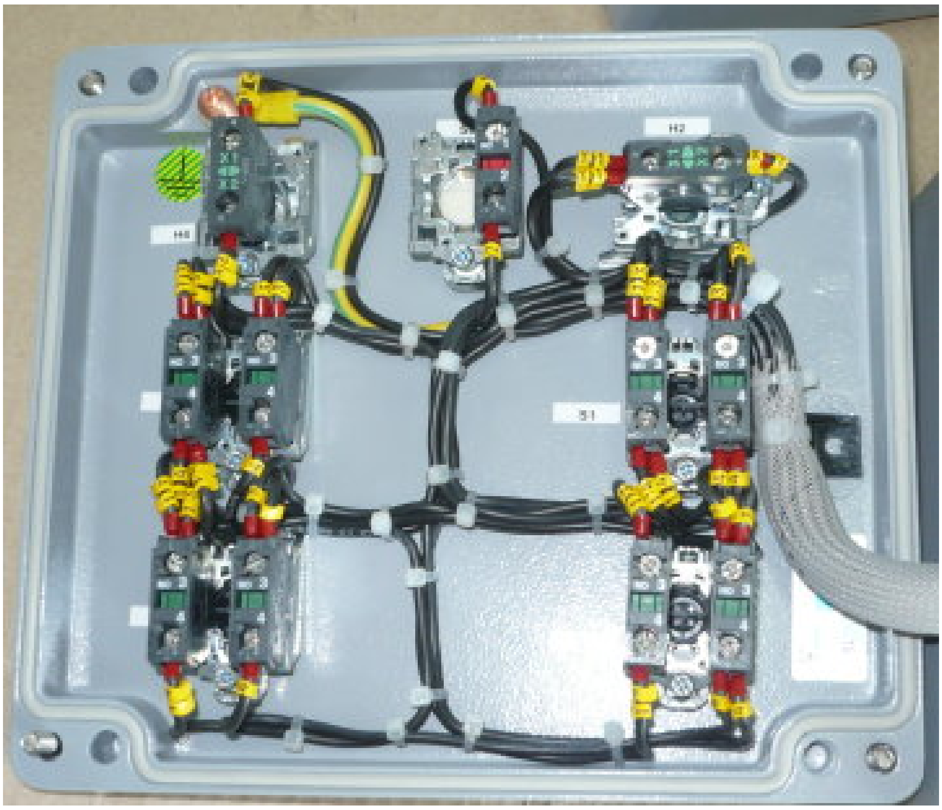


Figura 13

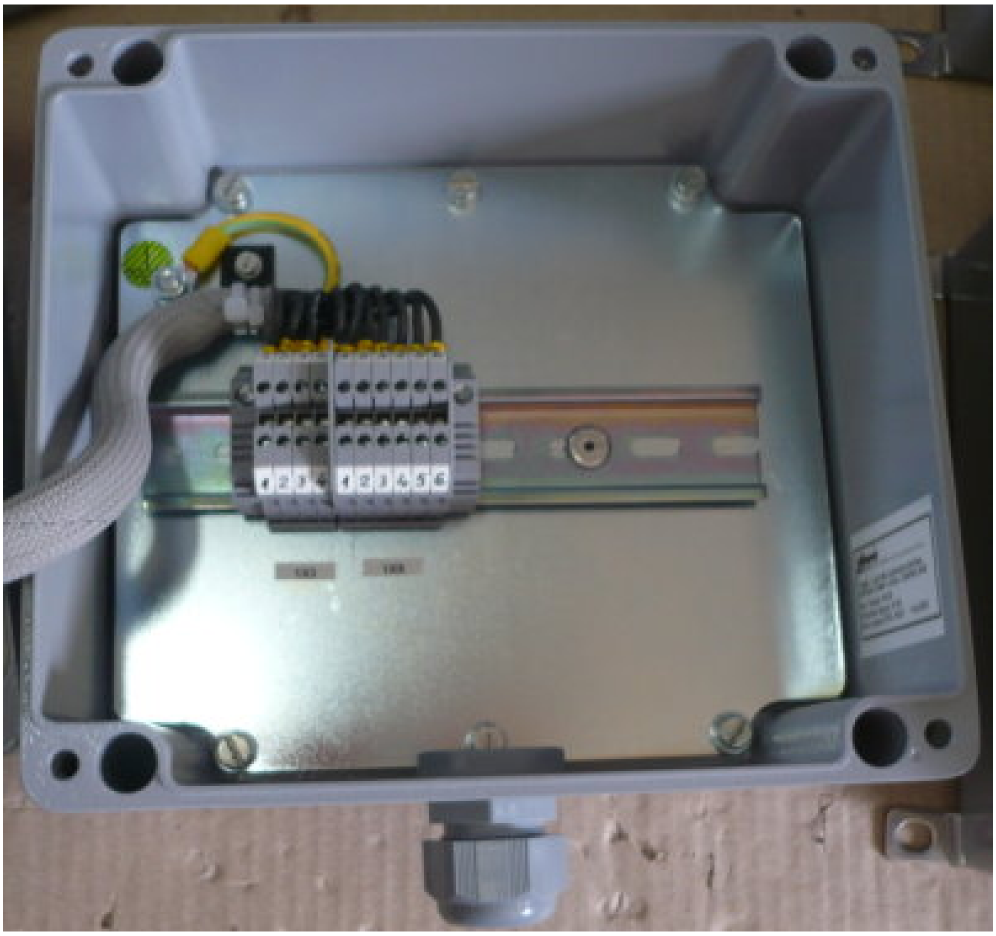


Figura 14

Figura 15

Figura 16

Figura 17

Schema de pornire Stea – Triunghi a motoarelor asincrone trifazate

Pentru pornire se apasă pe butonul S1. Curentul are următorul circuit : FT1 / 95 – 96, S0 / 21 – 22, S1 / 13 – 14, bobina releului de temporizare 1K5. Fiind alimentată bobina releului 1K5, contactul 1K5 / 17 – 18 se închide şi bobina contactorului 1K3 (Stea) este energizată. În acest moment 1K3 anclanşează şi prin contactul normal deschis 1K3 / 13 – 14, aplică tensiune pe bobina contactorului de rețea 1K1. Anclanşând 1K1, se închide şi contactul 1K1 / 17 – 18. Energizându-se bobina contactorului 1K4, se decuplează frâna. Contactul 1K3 / 21 – 22 se deschide, împiedicând astfel anclanşarea lui 1K2. Contactoarele 1K1 şi 1K3 se automențin prin contactele normal deschise 1K1 / 13 – 14, 1K1 / 43 – 44 şi 1K3 / 13 – 14. Contactorul 1K1 alimentează motorul cu tensiunea rețelei, în conexiune stea.

Corespunzător timpului de comutare reglat (3 secunde), 1K5 / 17 – 18 deschide circuitul lui 1K3, contactorul pentru stea 1K3 cade, astfel că contactul 1K3 / 21 – 22 are poziția închis. După 50 ms, prin contactul 1K5 / 17 – 28 se închide circuitul lui 1K2. Contactorul pentru conexiunea triunghi 1K2 anclanşează şi aplică motorului tensiunea rețelei. În acelaşi timp, contactul normal deschis 1K2 / 21 – 22 întrerupe circuitul lui 1K3, realizând interblocarea cu conexiunea stea în timpul funcționării motorului.

Pentru oprire se apasă butonul S0.

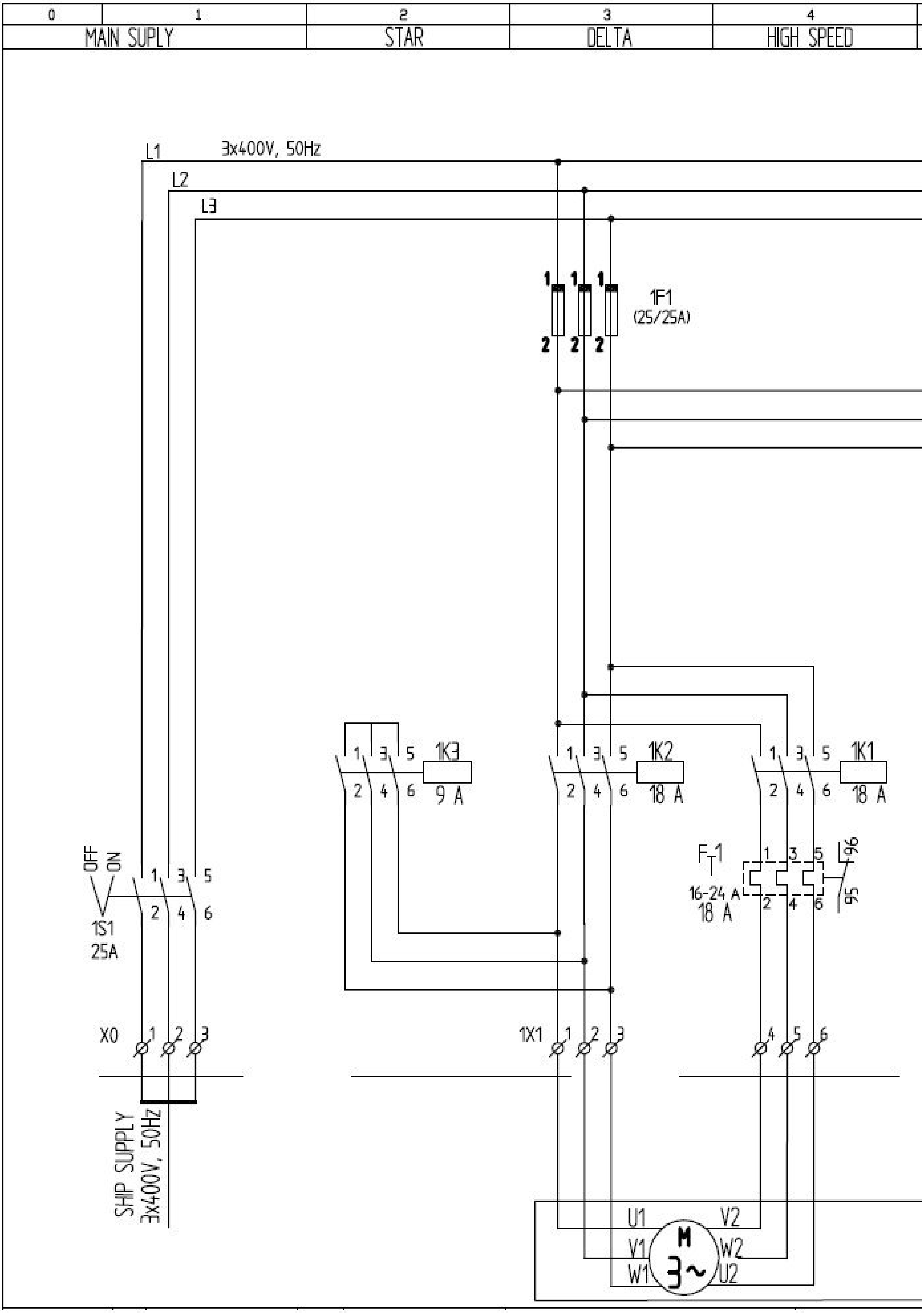

0
1
2
3
4
MAIN SUPLY
STAR
DELTA
HIGH SPEED
L1
3x400V, 50Hz
L2
L3
1F1
(25/25A)
1K3
9 A
1K2
18 A
1K1
18 A
OFF
ON
1S1
25A
FT1
16-24 A
18 A
96
95
X0
1X1
SHIP SUPPLY
3x400V, 50Hz
U1
V1
W1
V2
W2
U2
M
3~

Figura 18

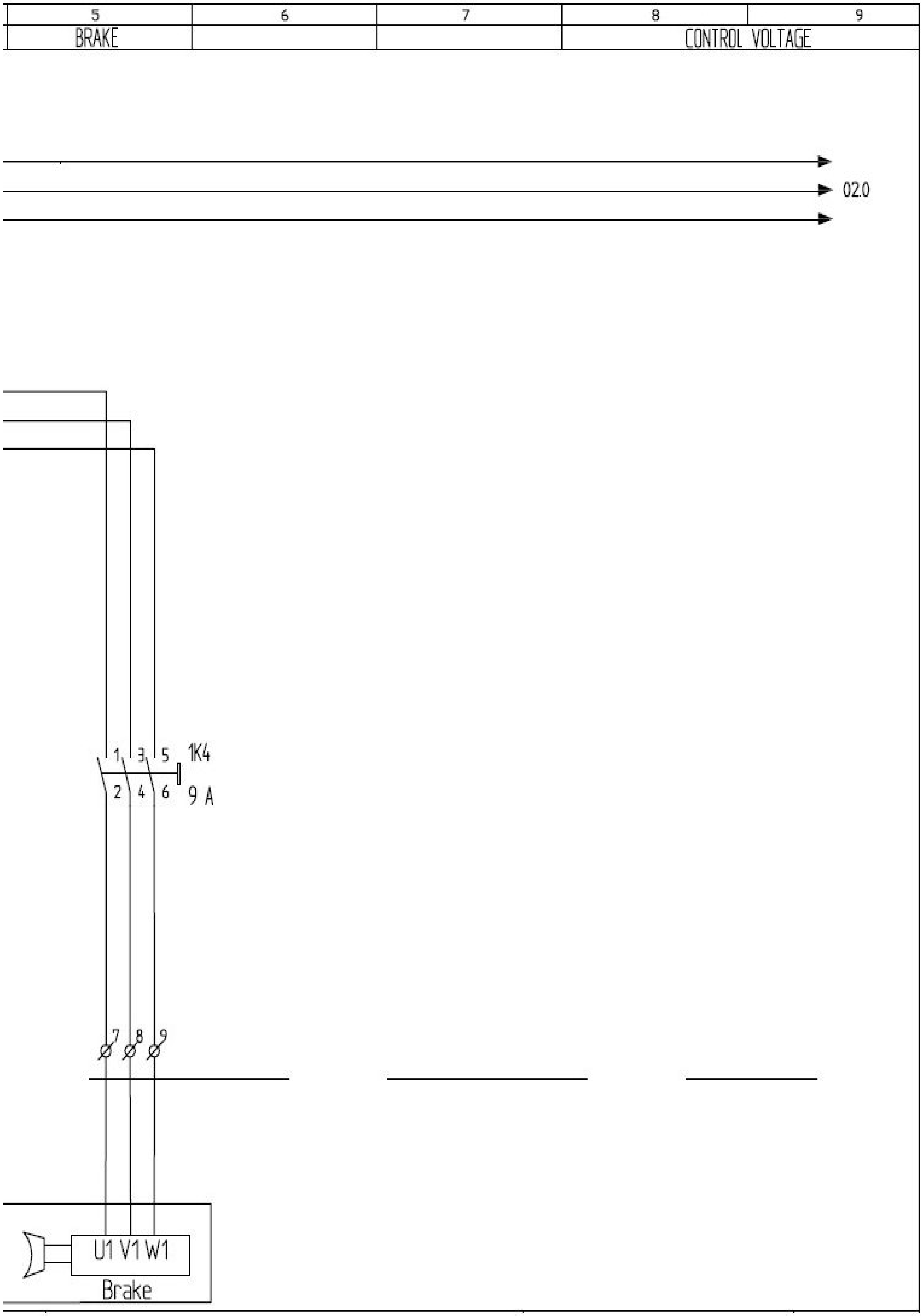

5
6
7
8
9
BRAKE
CONTROL VOLTAGE
02.0
1
3
5
1K4
2
4
6
9 A
7
8
9
U1 V1 W1
Brake

Figura 18

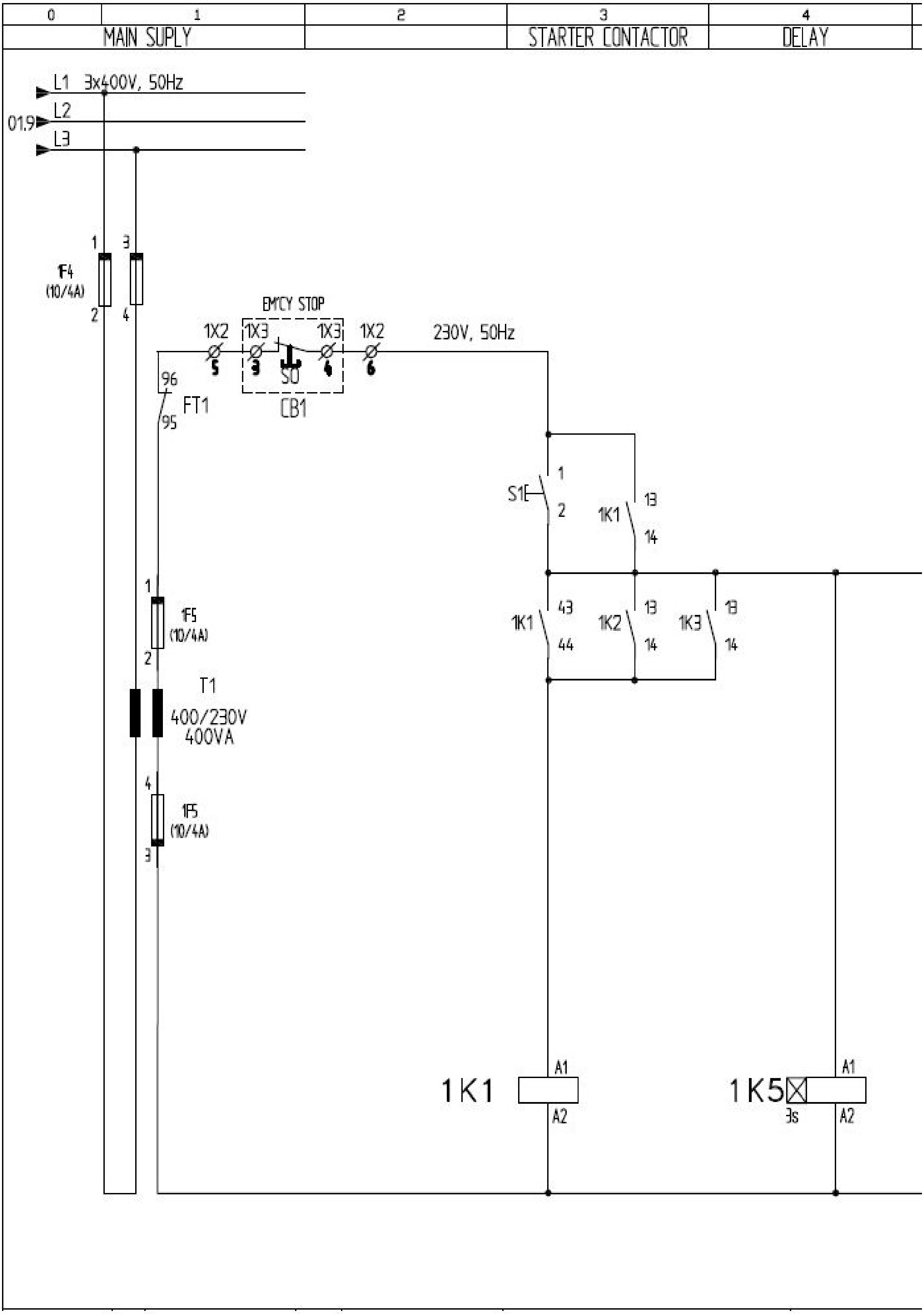

0
1
2
3
4
MAIN SUPLY
STARTER CONTACTOR
DELAY
L1 3x400V, 50Hz
L2
L3
01.9
1F4
(10/4A)
EM'CY STOP
1X2
1X3
1X3
1X2
230V, 50Hz
S0
CB1
96
FT1
95
S1
1K1
1K1
1K2
1K3
1F5
(10/4A)
T1
400/230V
400VA
1K1
1K5
3s
A1
A2

Figura 19

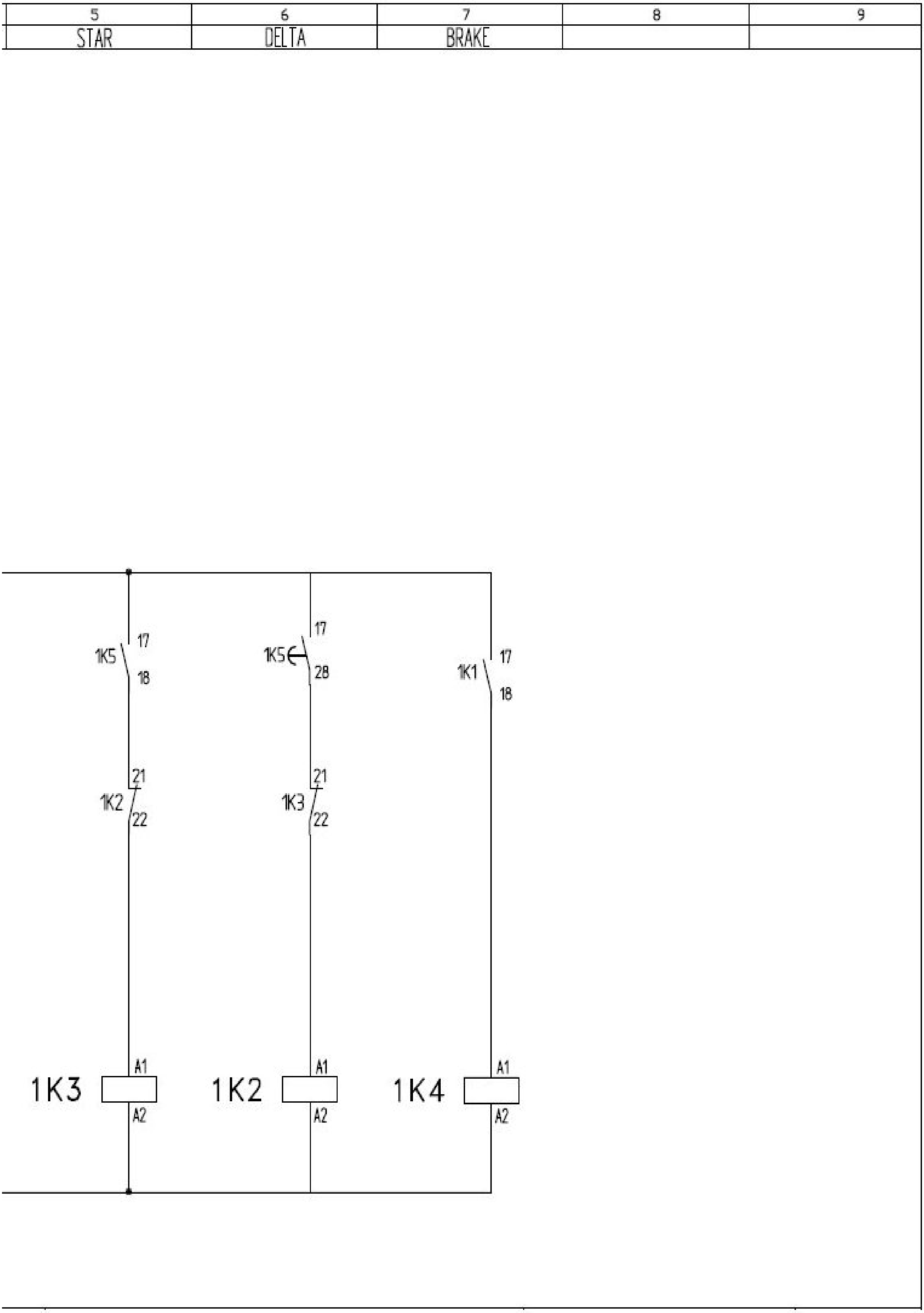

5
STAR
6
DELTA
7
BRAKE
8
9
1K5
17
18
1K5
17
28
1K1
17
18
1K2
21
22
1K3
21
22
1K3
A1
A2
1K2
A1
A2
1K4
A1
A2

Figura 19

Schema de pornire Stea – Triunghi
a motoarelor asincrone trifazate, cu 2 sensuri

În figura 20 este desenată partea de forță a schemei de pornire Stea – Triunghi.

Modificarea sensului de rotație după acționarea butonului de oprire S0

Această schemă este reprezentată în figura 21.

Pentru pornire în sens jos se apasă pe butonul S2. Curentul are următorul circuit : FT1 / 95 – 96, S0 / 21 – 22, S2 / 13 – 14, S1 / 21 – 22, 1K1 / 21 – 22, bobina contactorului 1K2 / A1 – A2. Contactorul 1K2 fiind anclanşat, alimentează înfăşurarea motorului cu tensiunea rețelei şi se automenține prin contactul normal deschis 1K2 / 13 – 14. Anclanşând 1K2, se închide şi contactul 1K2 / 17 – 18 care decuplează frâna. Prin contactul 1K2 / 43 – 44 se aplică tensiunea, contactorului pentru conexiunea Stea 1K4 / A1 – A2. Contactorul 1K4 fiind anclanşat, conectează motorul M în conexiunea Stea. Simultan este alimentat şi releul de timp 1K6. Corespunzător timpului de comutare reglat (3 secunde), 1K6 deschide circuitul contactorului Stea 1K4, prin contactul 1K6 / 17 – 18, astfel că contactorul 1K4 cade. Prin contactul 1K6 / 17 – 28 se închide circuitul contactorului triunghi 1K3. Contactorul pentru conexiunea triunghi 1K3 fiind anclanşat se aplică motorului M întreaga tensiune a rețelei. În acelaşi timp contactul normal închis 1K3 / 21 – 22 întrerupe circuitul contactorului pentru conexiunea Stea 1K4 şi interblochează o nouă conectare a acestuia în timpul funcționării motorului. Pentru comutarea în celălalt sens de rotație, trebuie ca mai întâi să apăsăm butonul de oprire S0, care are drept urmare declanşarea contactorului 1K5, adică cuplarea frânei. La suprasarcină declanşarea este realizată de contactul normal închis FT1 / 95 – 96 al releului de protecție a motorului.

Modificarea sensului de rotație fără acționarea butonului de oprire S0

Această schemă este reprezentată în figura 22.

Această schemă trebuie folosită la motoare cu viteze mici sau cu momente inerțiale mici. Pentru a evita defecte mecanice de cuplaj sau decuplarea prin contactul protecției termice, este mai bine să se elimine din schemă contactele de automenținere (1K1 / 13 – 14 şi 1K2 / 13 – 14) pentru că prin lipsa apăsării pe buton frâna se cuplează imediat. Desigur că în schemă pot fi folosite două relee de timp, pentru a avea timp ca rotorul să se oprească înainte de a schimba sensul.

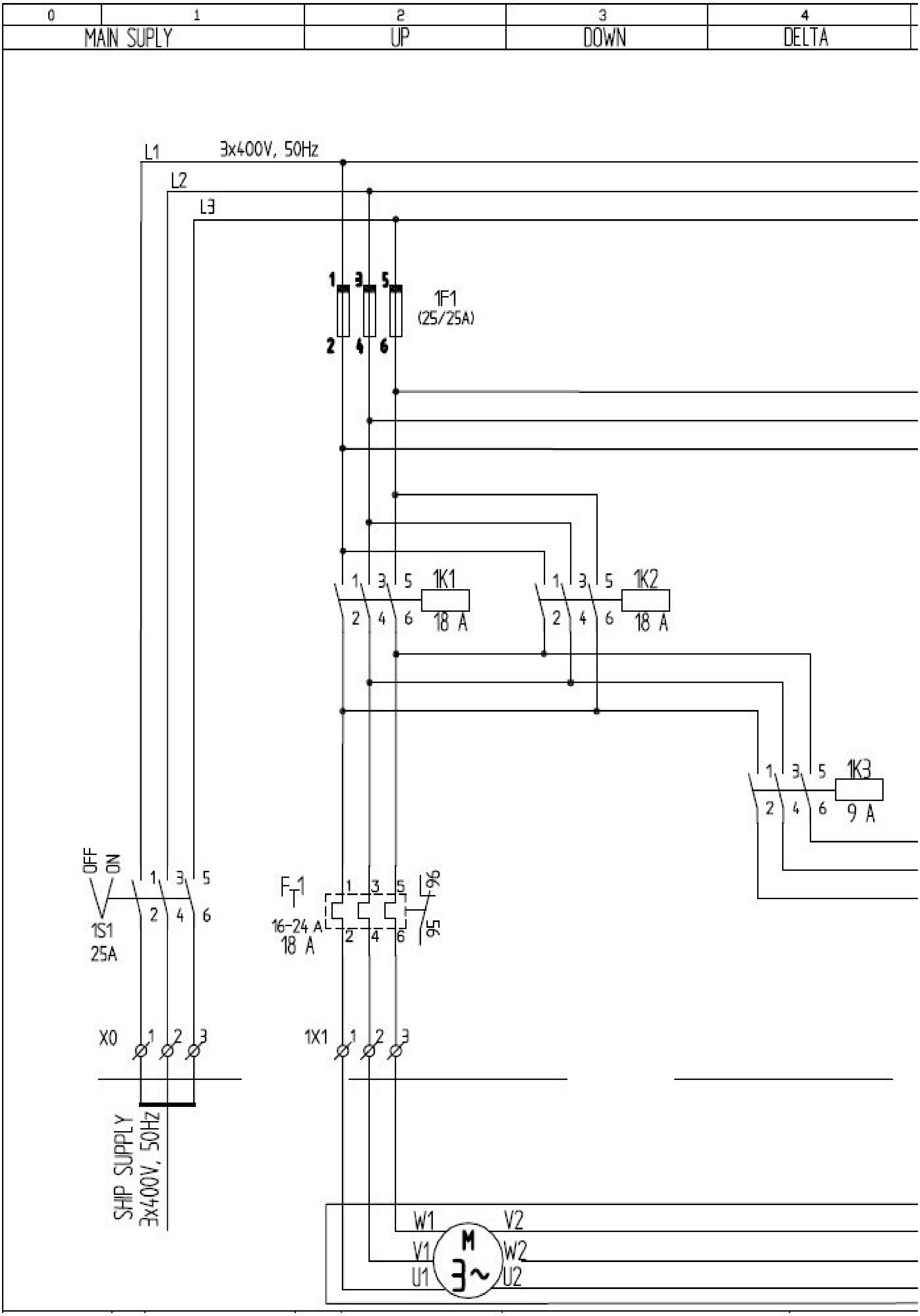

0
1
MAIN SUPLY
2
UP
3
DOWN
4
DELTA
L1
3x400V, 50Hz
L2
L3
1F1
(25/25A)
1K1
18 A
1K2
18 A
1K3
9 A
OFF
ON
1S1
25A
FT1
16-24 A
18 A
96
95
X0
1X1
SHIP SUPPLY
3x400V, 50Hz
W1
V1
U1
V2
W2
U2
M
3~

Figura 20

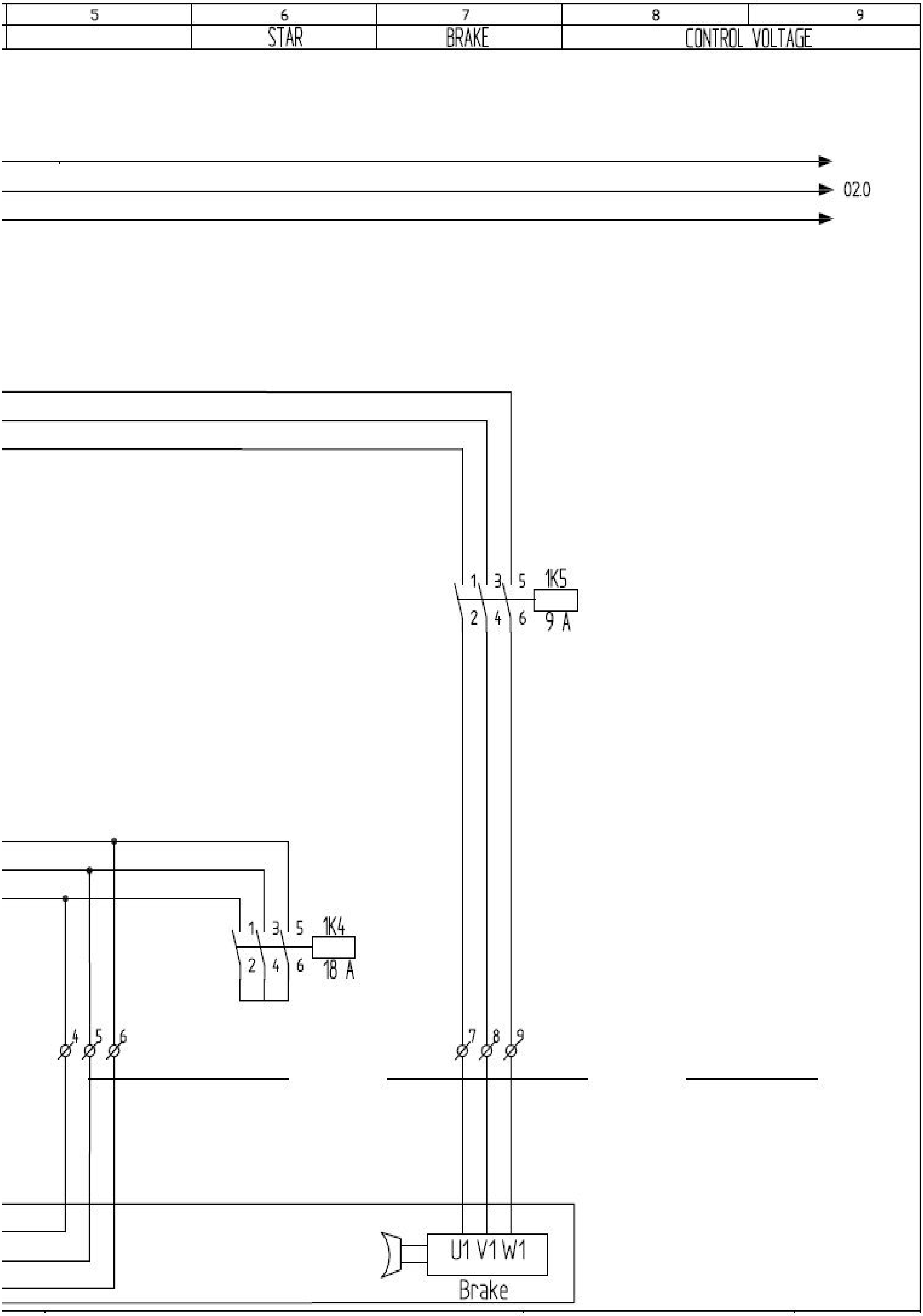

5
6
STAR
7
BRAKE
8
9
CONTROL VOLTAGE
02.0
1K5
9 A
1K4
18 A
U1 V1 W1
Brake

Figura 20

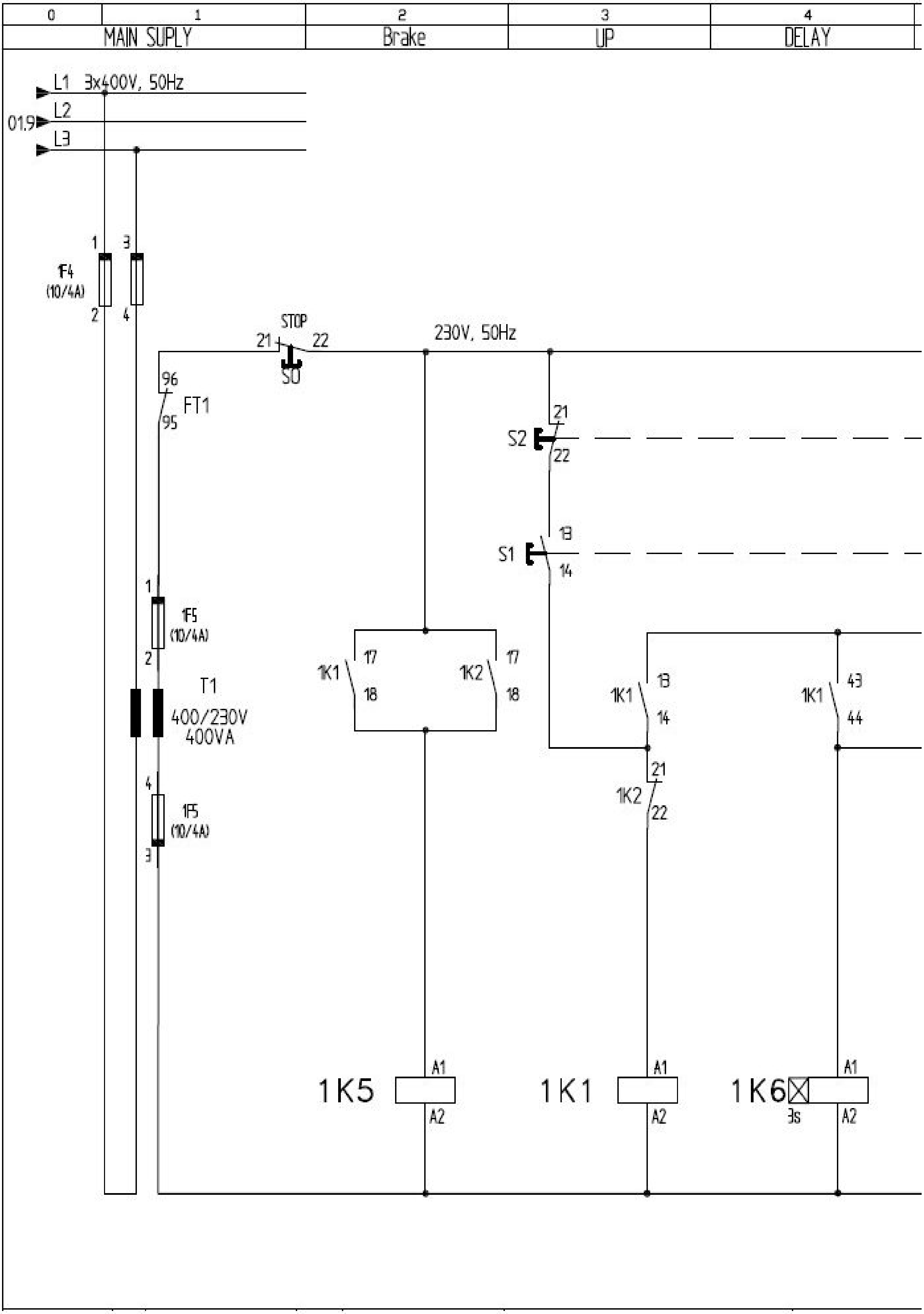

0
1
2
3
4
MAIN SUPLY
Brake
UP
DELAY
L1 3x400V, 50Hz
L2
01.9
L3
1F4
(10/4A)
STOP
21
22
S0
230V, 50Hz
96
FT1
95
S2
S1
13
14
1F5
(10/4A)
T1
400/230V
400VA
1K1
1K2
17
18
43
44
1K5
1K1
1K6
A1
A2
3s

Figura 21

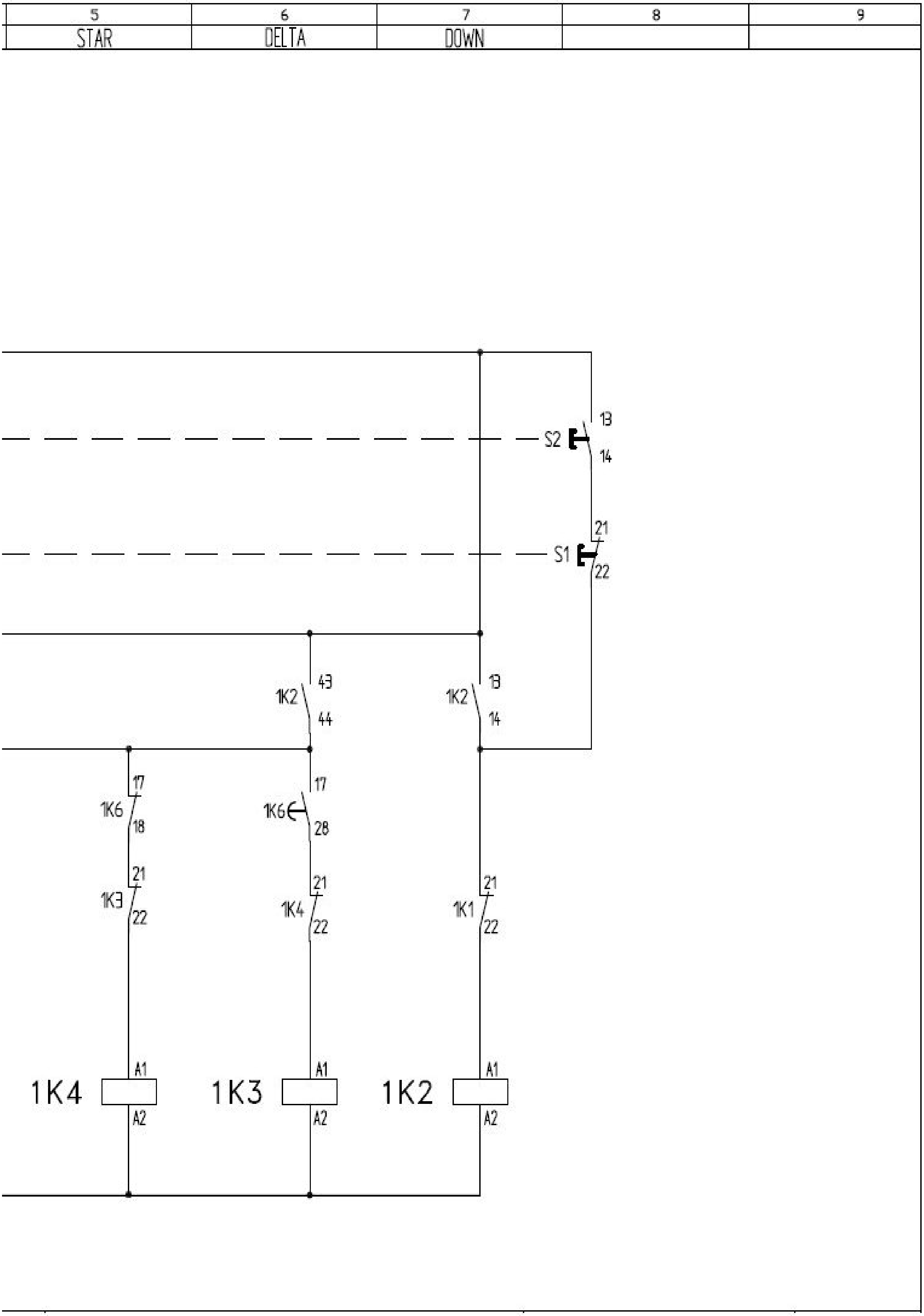

5
STAR
6
DELTA
7
DOWN
8
9
S2
13
14
S1
21
22
1K2
43
44
1K2
13
14
1K6
17
18
1K6
17
28
1K3
21
22
1K4
21
22
1K1
21
22
1K4
A1
A2
1K3
A1
A2
1K2
A1
A2

Figura 21

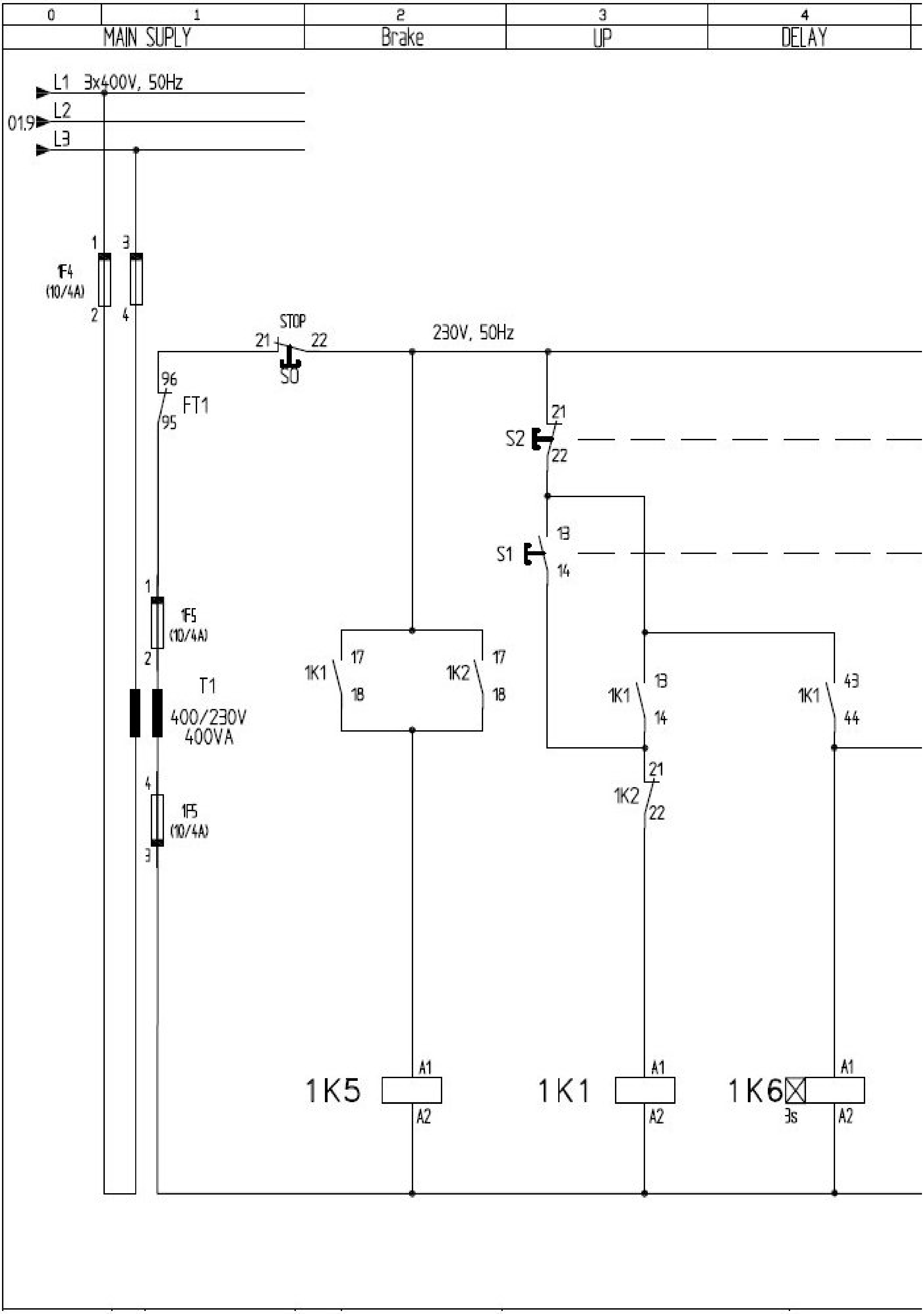

0
1
2
3
4
MAIN SUPLY
Brake
UP
DELAY
L1 3x400V, 50Hz
L2
L3
01.9
1F4
(10/4A)
STOP
S0
FT1
230V, 50Hz
S2
S1
1F5
(10/4A)
T1
400/230V
400VA
1K1
1K2
1K5
1K1
1K6
3s
A1
A2

Figura 22

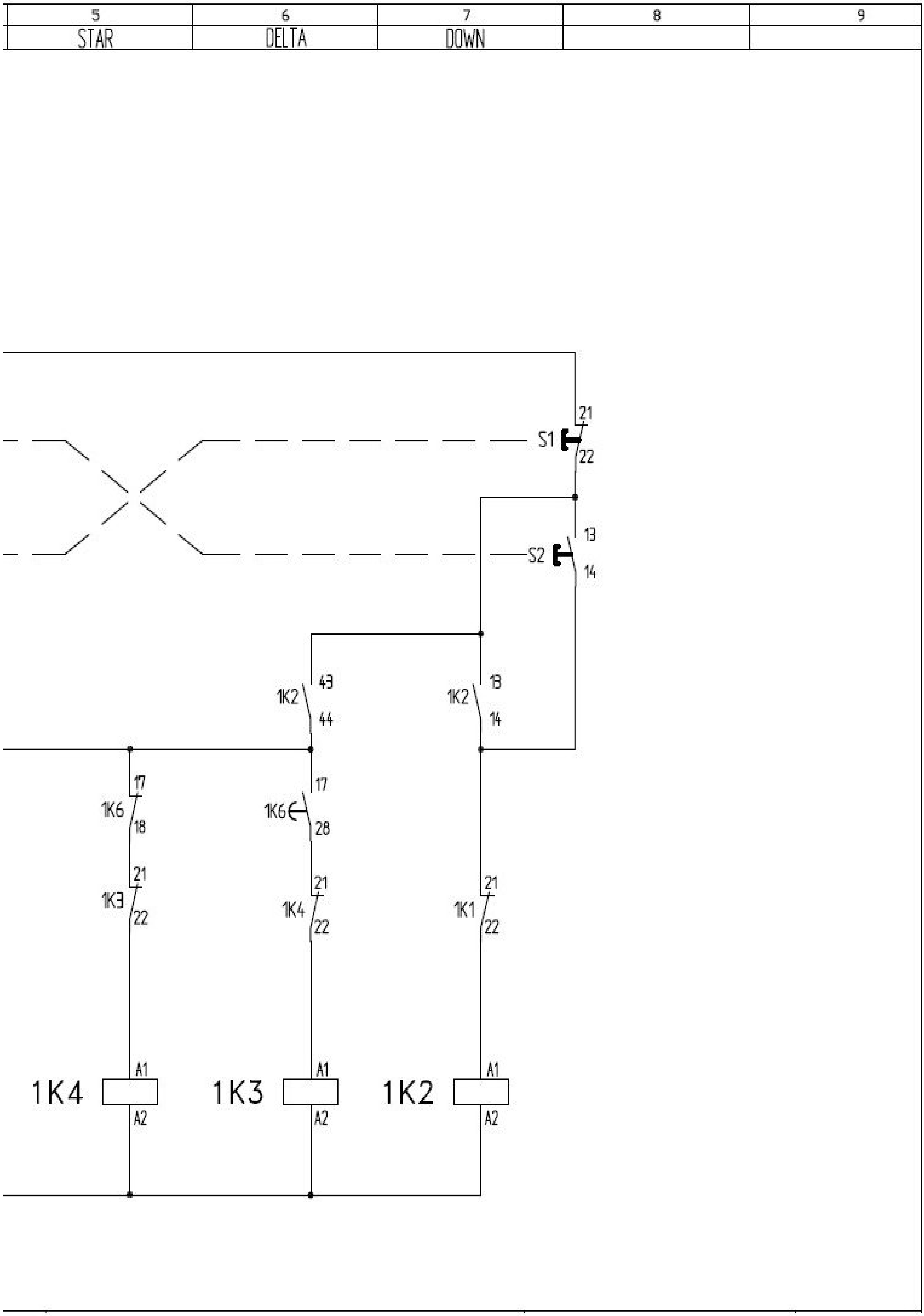

5
STAR
6
DELTA
7
DOWN
8
9
S1
21
22
S2
13
14
1K2
43
44
1K2
13
14
1K6
17
18
1K6
17
28
1K3
21
22
1K4
21
22
1K1
21
22
1K4
1K3
1K2
A1
A2

Figura 22

Anexa 1

Culori caracteristice pentru butoane şi semnificația lor

Conform IEC/EN 60073 (VDE 0199), IEC/EN 60204–1 (VDE(0113)

Culoare	Semnificație	Aplicații tipice
Roşu	Avarie	• Oprire de urgență • Combaterea incendiilor
Galben	Anormal	Intervenție pentru a elimina condițiile anormale sau a evita modificările nedorite
Verde	Normal	Start din condiție sigură
Albastru	Acțiune forțată	Funcție de resetare
Alb	Nu au atribuită o semnificație specială	• Start / ON (preferat) • Stop / OFF
Gri		• Start / ON • Stop / OFF
Negru		• Start / ON • Stop / OFF (preferat)

Culori caracteristice pentru indicatoare luminoase şi semnificaţia lor

Conform IEC/EN 60073 (VDE 0199), IEC/EN 60204–1 (VDE(0113)

Culoare	Semnificaţie	Explicaţie	Aplicaţii tipice
Roşu	Avarie	Atenţionare asupra unui pericol posibil sau a unei stări ce impune o intervenţie imediată	• Scăderea presiunii în sistemul de ungere • Temperatură în afara limitelor (sigure) date • Echipamente importante oprite prin acţiunea unui dispozitiv de protecţie
Galben	Anormal	Stare critică preexistentă	• Temperatura (sau presiunea) diferite de valorile normale • Suprasarcină a cărei durată este admisibilă • Resetare
Verde	Normal	Indicarea condiţiilor de funcţionare sigură sau validarea continuării funcţionării	• Lichid de răcire circulant • Comanda automată a cazanului pornită • Maşina pregătită de pornire
Albastru	Acţiune forţată	Acţionare necesară prin operator	• Înlăturare obstacol • Comutare pe avans
Alb	Neutrală	Orice semnificaţie : se poate utiliza când nu este clar ce culoare ar fi potrivită (roşu, galben sau verde) sau pentru confirmare	• Motorul în mers • Indicarea regimurilor de lucru

Anexa 2

Influențe externe
(CEI 60364 – 5 – 51)

Influențele externe trebuiesc luate în considerare când se aleg :

- Măsurile specifice de asigurare a securității persoanelor (în particular în zone sau instalații electrice cu caracter special)
- Caracteristicile echipamentului electric cum ar fi gradul de protecție IP, rezistența mecanică, etc.

Definiții şi standarde de referință

Fiecare instalație electrică este plasată într-un mediu specific, care prezintă într-o măsură mai mare sau mai mică, un anumit risc **:**

- pentru persoane
- pentru echipamentele care constituie instalația

În consecință, condițiile de mediu influențează definirea parametrilor şi alegerea materialelor specifice instalației, precum şi alegerea măsurilor de protecție adecvate pentru securitatea persoanelor.

Condițiile de mediu ale unei instalații electrice se exprimă prin sintagma “influențe externe”

Dacă mai multe influențe externe intervin în acelaşi timp, ele pot avea efecte independente sau se pot influența reciproc astfel încât gradul de protecție trebuie ales în consecință.

Clasificare

Fiecare condiție de influență externă este indicată de un cod care cuprinde un grup de două litere majuscule şi un număr după cum urmează **:**

Prima literă (A,B sau C)

Prima literă este legată de categoria generală de influență externă

- A = mediu ambiant
- B = utilizare
- C = tip de construcție a clădirilor respective

A doua literă
A doua literă este legată de natura influenței externe.

Litera adițională (opțional)
Se utilizează numai dacă protecția efectivă a persoanelor este mai mare decât cea indicată de prima cifră din codul IP. Atunci când trebuie specificată numai protecția persoanelor, cele două cifre ale codului IP sunt înlocuite cu X-uri.

Exemplu **:** IP XXB

Exemplu **:**
AC2 înseamnă **:**

A = mediu
AC = mediu – altitudine
AC2 = mediu – altitudine >2000 m

Lista influențelor externe

Tabelul de mai jos este extras din **CEI 60364 – 5 – 51**, care este documentul de referință în astfel de situații.

Cod							
A – Mediu							
AA	Temperatura ambientă (°C)						
	Minim	Maxim					
AA1	– 60°C	+ 5°C					Echipament proiectat special sau măsuri corespunzătoare
AA2	– 40°C	+ 5°C					
AA3	– 25°C	+ 5°C					
AA4	– 5°C	+ 40°C			Normal (precauții speciale în anumite cazuri.		
AA5	+ 5°C	+ 40°C					
AA6	+ 5°C	+ 60°C					Echipament proiectat special sau măsuri corespunzătoare
AA7	– 25°C	+ 55°C					
AA8	– 50°C	+ 40°C					

Cod							Caracteristici necesare pentru echipament
A – Mediu							
AB	Temperatura ambientă (°C)						
	Temperatură aer °C		Umiditate relativă %		Umiditate absolută g/m^3		
	Minim	Maxim	Minim	Maxim	Minim	Maxim	
AB1	– 60°C	+ 5°C	3	100	0,003	7	Trebuiesc luate măsuri corespunzătoare
AB2	– 40°C	+ 5°C	10	100	0,1	7	
AB3	– 25°C	+ 5°C	10	100	0,5	7	
AB4	– 5°C	+ 40°C	5	95	1	29	Normal
AB5	+ 5°C	+ 40°C	5	85	1	25	Normal
AB6	+ 5°C	+ 60°C	10	100	1	35	Trebuiesc luate măsuri corespunzătoare
AB7	– 25°C	+ 55°C	10	100	0,5	29	
AB8	– 50°C	+ 40°C	10	100	0,04	36	
AC	Altitudine						
AC1	<2000 m						Normal
AC2	>2000 m						Poate necesita precauții
AD	Prezența apei						
AD1	Neglijabilă			Exterior sau locații neprotejate la intemperii			IPX0
AD2	Stropi în cădere liberă						IPX 1 sau IPX2
AD3	Pulverizare						IPX3
AD4	Împroşcare						IPX4
AD5	Jeturi	Locații unde un furtun cu apă este folosit regulat					IPX5
AD6	Valuri	Locații litorale (diguri, cheiuri, plaje, etc)					IPX6
AD7	Imersie	Apă 150 mm deasupra celui mai înalt punct şi echipamentul la mai puțin de 1 m de suprafață					IPX7
AD8	Submersie	Echipamentul este permanent şi total acoperit					IPX8

Cod				Caracteristici necesare pentru echipament
A – Mediu				
AE	Prezența corpurilor străine solide			
		Cele mai mici dimensiuni	Exemplu	
AE1	Neglijabilă			IP0X
AE2	Obiecte mici	2,5 mm	Scule	IP3X
AE3	Obiecte foarte mici	1 mm	Sârmă	IP4X
AE4	Praf nu prea dens			IP5X dacă penetrarea prafului nu împiedică funcționarea sau IP6X dacă praful nu trebuie să penetreze
AE5	Praf moderat			
AE6	Praf dens			IP6X
AF	Prezența substanțelor corosive sau poluante			
AF1	Neglijabilă			Normal
AF2	Atmosferică			În funcție de natura substanței
AF3	Intermitentă, accidental			Protecție împotriva corosiunii
AF4	Continuă			Echipament proiectat special
AG	Reacția la impact mecanic			
AG1	Severitate scăzută			Normal
AG2	Severitate medie			Standard
AG3	Severitate ridicată			Protecție crescută
AH	Vibrații			
AH1	Severitate scăzută	Aplicații casnice sau similare		Normal
AH2	Severitate medie	Condiții industriale normale		Echipament proiectat special sau măsuri speciale
AH3	Severitate ridicată	Condiții industriale severe		
AJ	Alte solicitări mecanice			
AK	Prezența florei şi/sau mucegaiului			
AK1	Fără riscuri			Normal
AK2	Cu riscuri			
AL	Prezența faunei			
AL1	Fără riscuri			Normal
AL2	Cu riscuri			

Cod		Caracteristici necesare pentru echipament
A – Mediu		
AM	Influențe electromagnetice, electrostatice sau ionizări Fenomene electromagnetice de joasă frecvență / Armonici	
AM1	Armonici	A se referi la standardele
AM2	Tensiune de semnalizare	CEI aplicabile
AM3	Variații ale amplitudinii tensiunii	
AM4	Dezechilibre ale tensiunii	
AM5	Variații ale frecvenței	
AM6	Tensiuni induse de joasă frecvență	
AM7	Curent continuu în rețele de curent alternativ	
AM8	Câmpuri magnetice	
AM9	Câmpuri electrice	
AM21	Oscilații de tensiuni sau curenți induşi	
AM22	Fenomene tranzitorii pe scala de nanosecunde	A se referi la standardele CEI aplicabile.
AM23	Fenomene tranzitorii pe scala de milisecunde	
AM24	Fenomene tranzitorii oscilante	
AM25	Fenomene de înaltă frecvență	
AM31	Descărcări electrostatice	
AM41	Ionizări	
AN	Radiații solare	
AN1	Slabe	Normal
AN2	Medii	
AN3	Puternice	
AP	Efect seismic	
AP1	Neglijabil	Normal
AP2	Slab	
AP3	Mediu	
AP4	Puternic	
AQ	Trănete	
AQ1	Neglijabil	Normal
AQ2	Expunere indirectă	
AQ3	Expunere directă	
AR	Mişcarea aerului	
AR1	Slabă	
AR2	Medie	
AR3	Puternică	

Cod		Caracteristici necesare pentru echipament
A – Mediu		
AS	Vânt	
AS1	Slab	Normal
AS2	Mediu	
AS3	Puternic	

Cod		Caracteristici necesare pentru echipament
B – Utilizare		
BA	Calificarea persoanelor	
BA1	Obişnuită	Normal
BA2	Copii	
BA3	Handicapați	
BA4	Instruiți	
BA5	Calificați	
BB	Rezistența electrică a corpului uman	
BC	Contactul persoanelor cu potențialul pământului	
BC1	Nici unul	Clasă de echipament corespunzătoare cu CEI 61140
BC2	Rar	
BC3	Frecvent	
BC4	Continuu	
BD	Condiții de evacuare în caz de urgență	
BD1	Joasă densitate / ieşire accesibilă	Normal
BD2	Joasă densitate / ieşire dificilă	
BD3	Înaltă densitate / ieşire accesibilă	
BD4	Înaltă densitate / ieşire dificilă	
BE	Natura materialelor procesate sau depozitate	
BE1	Fără risc semnificativ	Normal
BE2	Risc de incendiu	
BE3	Risc de explozie	
BE4	Risc de contaminare	
Cod		Caracteristici necesare pentru echipament
C – Construcția de clădiri		
CA	Materiale de construcție	
CA1	Necombustibile	Normal
CA2	Combustibile	
CB	Proiectarea clădirilor	
CB1	Riscuri neglijabile	Normal
CB2	Propagarea incendiului	
CB3	Mişcare	
CB4	Flexibil sau instabil	

Grade de protecție pentru echipamente
Codurile IP şi IK

Definiția codurilor IP

Gradul de protecție furnizat de o carcasă este furnizat de codul IP recomandat de CEI 60529. Protecția se referă la următoarele influențe externe **:**

- penetrarea corpurilor solide
- protecția persoanelor împotriva accesului la părțile sub tensiune
- protecția împotriva pătrunderii prafului
- protecția împotriva pătrunderii lichidelor

Notă **:** codul IP se aplică la echipamente electrice pentru tensiuni de maxim 72,5 Kv inclusiv

IP 2 3 C H

Codul literelor
(International Protection)
Cifra primei caracteristici
(Cifră de la 0 la 6 sau litera X)
Cifra celei de a doua caracteristici
(Cifră de la 0 la 8 sau litera X)
Litră adițională (opțională)
(Literele A, B, C, D)
Literă suplimentară (opțională)
(Literele H, M, S, W)

Atunci când cifra caracteristică nu este necesar a fi specificată, ea poate fi înlocuită prin litera “X” sau “XX” dacă amândouă cifrele caracteristice nu sunt necesare. Literele adiționale şi / sau suplimentare pot fi omise fără înlocuire.

Element	Cifre sau litere	Semnificația pentru protecția echipamentului	Semnificația pentru protecția persoanelor
Codul literei	IP		
Cifra primei caracteristici		Împotriva pătrunderii corpurilor străine solide	Împotriva accesului la părțile periculoase cu
	0	Neprotejat	Neprotejat
	1	Diametru > 50 mm	Dosul palmei
	2	Diametru > 12,5 mm	Degetul
	3	Diametru > 2,5 mm	Unealtă
	4	Diametru > 1,0 mm	Sârmă
	5	Protejat la praf	Sârmă
	6	Etanş	Sârmă
Cifra celei de a doua caractristici		Împotriva pătrunderii apei cu efecte nedorite	
	0	Neprotejat	
	1	Picături verticale	
	2	Picături de apă, unghi de 15º	
	3	Pulverizare	
	4	Împroşcare	
	5	Jet de apă	
	6	Jet puternic	
	7	Imersie temporară	
	8	Imersie continuă	
Literă adițională (opțională)			Împotriva accesului la părțile periculoase cu
	A		Dosul palmei
	B		Degetul
	C		Unealtă
	D		Sârmă
Literă suplimentară (opțională)		Informații suplimentare specifice	
	H	Aparate de înaltă tensiune	
	M	Mişcări în cursul testului cu apă	
	S	Staționar în cursul testului cu apă	
	W	Condițiile meteo	

Definiția codurilor IK

Standardul CEI 62262 defineşte codurile IK care caracterizează capacitatea unui echipament de a rezista la impact mecanic pe toate părțile.

Codul IK	Energia de impact (in Joules)	Codul AG
00	0	
01	≤ 0,14	
02	≤ 0,20	AG 1
03	≤ 0,35	
04	≤ 0,50	
05	≤ 0,70	
06	≤ 1	
07	≤ 2	AG 2
08	≤ 5	AG 3
09	≤ 10	
10	≤ 20	AG 4

Specificarea codurilor IP şi IK pentru tablourile de distribuție

Gradele de protecție IP şi IK ale unei carcase trebuie specificate în funcție de diversele influențe externe definite de standardul CEI 60364–5–51, în particular **:**

- prezența corpurilor solide (codul AE)
- prezența apei (codulAD)
- solicitări mecanice (fără cod)
- calificarea persoanelor (codul BA)

Recomandări pentru IP

Codurile IP în funcție de condiții		
Normal, fără riscul căderii verticale a apei	Camere tehnice	30
Normal, cu riscul căderii verticale a apei	Coridoare	31
Risc sever de apă împroşcată în toate direcțiile	Ateliere	54 / 55

Recomandări pentru IK

Codurile IK în funcție de condiții		
Fără risc de impact major	Camere tehnice	07
Risc semnificativ de impact major ce ar putea afecta aparatele	Coridoare	08 (carcasă cu uşă)
Risc maxim de impact,ce ar putea afecta carcasa	Ateliere	10